

Проф. Н. Х. МАҚСУДОВ

УМУМИЙ ХИМИЯ

ЎзССР ОЛИЙ ВА МАХСУС ЎРТА ТАЪЛИМ МИНИСТРЛИГИ
ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИК ИНСТИТУТЛАРИНИНГ
ИНЖЕНЕРЛИК ФАКУЛЬТЕТЛАРИ СТУДЕНТЛАРИ
УЧУН ДАРСЛИК СИФАТИДА ТАВСИЯ ЭТГАН

*Профессор Ҳ. Р. Раҳимовнинг
умумий таҳрири остида*

«ЎҚИТУВЧИ» НАШРИЁТИ
Тошкент — 1977

М 32

Мақсудов Н. Х.

Умумий химия. Қ. ҳ. инженерлик фак.
студентлари учун дарслик. Ҳ. Р. Раҳи-
мовнинг умумий таҳрири остида. Т.,
«Ўқитувчи», 1977 (С).

352 б.

Мақсудов Н. Х. Общая химия.

540(02)

№ 531—77

Навойи номли ЎзССР

Давлат-кутубхонаси.

Тираж 4 000

Тираж карт 8 000

Ушбу дарслик қишлоқ хўжалик Олий ўқув юртлари инженер-
лик факультетларининг кундузи ва сиртдан ўқийдиган студентлари
учун мўлжалланган. Дарсликда умумий химия курсига оид назарий
тушунчалар ва амалий материаллар қисқа ҳамда тушуниш осон
тарзда баён қилинган.

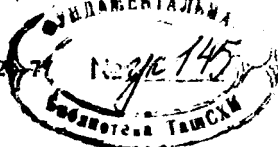
Дарслик қўл ёзмасини профессор Ҳ. Р. Раҳимов *жамоатчи-
лик асосида* таҳрир қилган.

© «Ўқитувчи» нашриёти, 1977.

М 20502—№122

353(06)—77

132



СЎЗ БОШИ

Химия саноатининг тез ривожланиши коммунизмнинг моддий-техника базасини яратишда энг муҳим шартлардан бири эканлигини назарда тутиб, КПССнинг XXV съездида химиядан халқ хўжалигида фойдаланиш ва қишлоқ хўжалигини рационал равишда химиялаштириш ҳақидаги масала ҳам кўриб чиқилди.

Тавсия қилинаётган дарсликка Меҳнат Қизил байроқ орденли Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш инженерлари институтинда муаллиф ўқиган лекциялар асос қилиб олинди.

Китобнинг кириш қисмида СССРда ва Ўзбекистонда химия саноатининг ҳамда химиянинг ривожланиши ҳақида маълумот келтирилган, «Атом-молекуляр таълимот», Д. И. Менделеевнинг даврий қонуни ва даврий системаси, эритмалар, минерал боғловчи моддалар, металлар ва қотишмалар ҳақидаги асосий фикрлар янги программа асосида ёритилган.

Органик бирикмалар ва полимер материаллар инженерлар тайёрловчи деярли ҳамма олий ўқув юртларининг умумий химия курси программасига алоҳида бўлим қилиб киритилган.

Тавсия қилинаётган дарсликда муаллиф ўқитиш программасига мувофиқ, органик бирикмаларнинг тузилиши ва классификацияси, пластик массалар, элемент-органик ва фосфор-органик полимерлар, химиявий толалар ва уларнинг ҳоссалари, қўлланиш соҳаларини қисқача баён қилишга уринган.

Бу дарслик қишлоқ хўжалик институтларининг инженерлик факультети студентлари, шунингдек сиртдан ўқийдиган студентлар учун мўлжаллаб ёзилган, ундан қишлоқ хўжалик техникумларининг

ўқувчилари, шунингдек химия асосларини мустақил
суратда ўрганувчилар ҳам бемалол фойдаланиши
мумкин.

Дарсликни ёзишда муаллиф фойдаланган ада-
биёт рўйхати китоб охирида берилган.

*Ўзбекистон ССР Фанлар Академиясининг мухбир
аъзоси, химия фанлари доктори, профессор
Ҳ. Р. Рустамов.*

К И Р И Ш

1-§. Химия фани. Табиий фанлар бутун оламни ва унда содир бўладиган ҳодисаларни ўрганувчи фанлар эканлиги бизга маълум. Химия ҳам ана шу фанлар жумласига киради. Бутун олам инсон онгидан ташқарида ва инсон онгига боғлиқ бўлмаган ҳолда мавжуд. Олам материядан иборат. Мавжуд нарсаларнинг ҳаммаси доимо ҳаракатдаги материянинг ҳар хил турларидир. Материя эса «сезги органларимизга таъсир этиб, сезги уйғотадиган нарсадир; материя — биз сезгиларимиз билан идрок қиладиган объектив реалликдир»¹.

Материя ҳаракатининг формалари ниҳоятда хилма-хил бўлади. Бир тур ҳаракат бошқа турга айланишида табиатнинг асосий қонуни, яъни материянинг ва материя ҳаракатининг абадийлик қонуни тўла сақланади. Материянинг ва материя ҳаракатининг бирор тури йўқдан бор бўлмайди ва бордан йўқ бўлмайди. Материя ва унинг ҳаракати доимо ўзгариб тургани ҳолда абадий мавжуддир.

Табиёт фани материя турларининг бир-бирига айланиши, ўзгариши ва ривожланишини текширади, табиат ҳодисаларининг қонуниятларини ҳамда ҳодисалар орасидаги боғланишларни очиб беради. Ана шу қонуниятларни ўрганиш ва билиб олиш кишига табиат ҳодисаларини бошқариш ва табиатни ўзгартириш учун имконият яратади.

Материя ҳаракатининг турларини физика, химия, биология ва бошқа фанлар текширади. Табиат тараққиётининг умумий қонунилари эса материалистик диалектика фанида ўрганилади.

Материянинг айни бир шароитда ўзгармас физикавий хоссаларга эга бўлган ҳар қайси тури, масалан, мис, кумуш, темир, водород, симоб ва бошқалар химияда модда деб аталади.

Модда тоза ҳолда олингандагина унинг хоссаларини анча аниқ билиш мумкин, чунки текшириладиган моддага жуда оз миқдорда қўшимчалар аралашган бўлса ҳам модда константаларининг сон қийматлари ўзгаради. Аммо модда табиатда тоза ҳолда камдан-кам учрайди. Кўпинча, табиий моддалар турли моддалардан иборат аралашмалар ҳолида бўлади. Масалан, табиий сувда маълум миқдорда минерал тузлар бўлади. Таби-

¹ В. И. Ленин, Материализм ва эмпириокритицизм, 150-бет. Ўздав-нашр, 1950 й.

атдаги моддаларда хилма-хил ўзгаришлар содир бўлиб туради. Масалан, темир нам ҳавода занглайди ва ҳоказо. Темир қиздирилганда суюқланади, бироқ бунда химиявий ўзгармайди, чунки қаттиқ темир билан суюқ темир икки хил агрегат ҳолатдаги айни бир модданинг ўзидир. Агар ана шу темир узоқ вақт қиздирилса, темир ўрнига хоссалари тамомила бошқача, сифат жиҳатидан темирдан фарқ қиладиган янги модда — занг, яъни темир оксид гидрати ҳосил бўлади. Моддаларнинг бошқа моддаларга айланиши *химиявий процесс* деб аталади. Химия фани ана шундай процессларни текширади. Бинобарин, химия фани моддаларнинг таркиби, тузилиши, хоссалари, уларнинг бошқа моддаларга айланиши ва бу вақтда содир бўладиган ўзгаришлар ҳақидаги фандир. Химия фани моддаларнинг хоссалари, уларнинг таркиби ва тузилишига боғлиқ эканлигини ҳам текширади. Моддаларда химиявий ўзгаришлар билан бир вақтда физикавий ўзгаришлар ҳам содир бўлади. Шу сабабли, химия фани физика фани билан чамбарчас боғлиқдир.

Химия фанида бошқа фанлардаги каби, ҳар қандай ҳодисани ўрганиш шу ҳодисани кузатиш ва ҳосил қилинган натижаларни тавсифлашдан бошланади. Бу ерда ҳам Лениннинг «Жонли мушоҳидадан фикрлашга, ундан эса практикага» деган тезиси ўз кучини сақлаб қолади. Аммо фан кузатилган ҳодисаларнинг сабабларини изоҳлаб бериши керак. Бунинг учун ҳодисаларнинг моҳияти чуқурроқ ўрганилади, ҳодисалар қандай шароитда воқе бўлиши аниқланади. Шу тариқа илмий назариялар яратилади.

Химия фанининг муҳим назариялари атом-молекуляр таълимот, моддаларнинг химиявий тузилиш назарияси, химиявий элементлар даврий қонуни, даврий системаси ва бошқалардир.

2-§. Химиянинг пайдо бўлиш ва ривожланиш тарихи. Химия фани ҳам бошқа фанлар каби инсониятнинг амалий фаолияти натижасида пайдо бўлган. Одам яшаш воситаларини қидириб топар экан, турли ҳодисаларнинг сабабларини аста-секин ўрганиб, моддаларда бўладиган баъзи ўзгаришлардан фойдаланиш йўллариини излаб топди; кишилар кўп фойдали материаллар ҳосил қилишни, рудалардан металл суюқлантириб олиш, ҳар хил қотишмалар тайёрлаш ва улардан фойдаланиш, шиша пишириш ҳамда ундан турли буюмлар ясаш ва бошқаларни қадимдан билар эдилар. Қадимги Мисрда химиявий процесслардан фойдаланишга асосланган кўпгина касбкорликлар эраמידан анча илгариеқ тараққий этган эди. Мисрликлар темир рудасидан темир суюқлантириб олиш, рангли шиша ҳосил қилиш, тери ошлаш, ўсимликлардан дорилар, бўёқлар ҳамда ҳушбўй моддалар ажратиб олиш ва бошқаларни билар эдилар. Маданияти қадимданоқ равнақ топган Хитой, Ўрта Осиё ва Ҳиндистонда турли химия корхоналари бундан ҳам илгарироқ пайдо бўлган. Шунини таъкидлаб ўтиш керакки, ўша вақтларда химиявий маъ-

лумотлар тарқоқ бўлиб, фан тарзида таркиб топмаган, лекин бу маълумотлар табиат ҳодисаларини кузатиб бориш билан бирга, материянинг тузилиши ва унинг бир формадан иккинчи формага айланиши тўғрисида фикр юритишга замин яратиб берган эди.

Табиатга бирмунча кенг ва тугал фалсафий қараш қадимги Грецияда вужудга келди. Янги эрадан аввалги V асрда ўтган грек олимлари Фалес (625—550), Анаксимен (588—524), Ксенофонт (565—473), Гераклит (540—475) бутун борлиқни сув, ҳаво, тупроқ ва оловдан келиб чиққан деб тасаввур қилдилар. Эмпедокл (490—530) ўзидан аввал ўтган олимларнинг гояларини умумлаштириб, тўртта негиз бор деди ва уларни *элементлар* деб атади.

Қадимги дунёнинг энг йирик материалистлари — Левкипп ва унинг шогирди Демокрит таълимотига кўра, табиатда барча жисмлар кўзга кўринмайдиган, жуда майда ва бўлинмайдиган заррачалардан иборат. Демокрит бу заррачаларни *атомлар* деб атади. Демокрит таъбири билан айтганда, атомлар шакли ва ўлчами жиҳатидан ниҳоятда хилма-хил бўлиши мумкин, лекин уларнинг ҳаммаси бир турдаги материянинг ўзидан тузилган. Оламда атомлар ва улар орасидаги бўшлиқдан бошқа ҳеч нарса йўқ. Моддалар орасидаги фарқ шу моддаларни ҳосил қилган атомлар сонига, ўлчамига ва қай тариқа жойлашганлигига боғлиқ, холос. Атомлар доимо ҳаракатда бўлади. Жисмларнинг совиганда торайиши, қиздирилганда кенгайиши ва, ниҳоят, суюқланиши, эритилганда сув билан аралашishi ва бошқа ҳодисалар атомларнинг ҳаракатидан келиб чиқади. Содир бўладиган ҳар қандай ўзгариш атомларнинг ўзаро бирикишидан ва уларнинг бир-биридан ажралишидан иборат.

Демокритнинг материалистик таълимоти умум томонидан эътироф қилинмади. Шундан кейин тараққий эта бошлаган фалсафа барча ҳодисаларни модданинг абстракт сифатларига асосланиб тушунтиришга уринди.

Кейинги асрларда табиёт фанининг ривожланишига таъсир кўрсатган Арасту (Аристотель) таълимоти бу фалсафага асос бўлди. У бутун борлиқнинг негизи ибтидоий материядир деб ҳисоблади. Бу материя абадий бўлиб, йўқдан бор бўлмайди ва бордан йўқ бўлиб ҳам кетмайди, унинг табиатдаги миқдори ўзгармайди. Ибтидоий материяга биз сеза оладиган ва жуфт-жуфти ўзаро қарама-қарши бўлган тўртта асосий сифат: иссиқлик ва совуқлик, қуруқлик ва намлик хосдир. Моддаларнинг хилма-хил бўлишига сабаб шуки, уларда ана шу сифатлардан турли миқдорда бўлади. Аристотель бу сифатларни жуфт-жуфти билан қўшиб, Эмпедоклнинг тўрт элементини — тупроқ, сув, олов ва ҳавони келтириб чиқарди.

Аристотель таъбири билан айтганда, асосий сифатлар ибтидоий материя билан ажралмас ҳолда боғланган эмас — бу сифатларни материядан олиш ёки унга қўшиш мумкин.

Грек философлари материянинг ички тузилишини тушуниш мақсадида асосий эътиборни абстракт назарияларга қаратган бўлса, бошқа мамлакатларда химиявий ўзгаришлар ҳақидаги амалий маълумотлар аста-секин тўплана борди.

Араблар VII асрда Мисрни ва бошқа мамлакатларни забт этгандан кейин, Искандарияда химия соҳасида тўпланган амалий билимлардан фойдаланиб, кўпгина янги моддаларни, жумладан, нитрат кислота ва ҳар хил тузларни кашф этдилар ва ўрганидилар. Искандария олимлари ишлатган «химия» сўзининг олдида арабча «*ал*» қўшимча қўшилиб, у «*алхимия*» дейиладиган бўлди. Араб олимлари ҳар хил химиявий тажрибалар ва амалий маълумотлар баён этилган бир қанча китоб ёзиб қолдирдилар. Шу давр ичида ўзбек олимларидан Форобий, Абу Райхон Беруний, Абу Жаъфар ибн Мусо Хоразмий, Абу Али ибн Сино, Улугбек (Муҳаммад Тарағай) ва бошқаларнинг номи бутун дунёга машҳур бўлди. Бу олимлар материя абадий бўлиб, у ҳар хил формаларда мавжуд бўла олади, деган фикрни илгари сурди. Арабларнинг Жанубий Испанияни истило этиши химияга доир амалий билимларнинг Ғарбий Европада ёйилишига йўл очди, бу билимлар билан бирга ноасл металлларни олтинга айлантириш мумкин деган ғоя ҳам ёйилди. Химия тарихида бу давр алхимия даври деб аталди. Ўрта асрларда Европада илмий фикр тамомила католик церковнинг таъсири ва назорати остида эди. Аристотелнинг руҳонийлар сохталаштириб юборган таълимоти ҳукмрон таълимот эди. Бу таълимотга шубҳа билан қараган ҳар қандай киши қаттиқ таъқиб қилинар эди. Ўрта асрларда фан бир жойда қотиб қолди ва билимлар тушқунликка учради. Алхимикларнинг бутун ҳаракати сирли «фалсафий тошилар»ни ахтариб топишга қаратилган эди. Фаннинг ривожланишида ижобий роль ўйнаган араб алхимиясига қарама-қарши ўлароқ, Ғарбий Европа алхимияси реакцион, илмга ҳилоф оқим бўлиб, черков билан феодаллар манфаати учунгина хизмат қилди. Химиянинг ривожланишида бурилиш ясаган давр уйғониш даври бўлди. Бу даврда ҳаёт химия олдида янгидан-янги амалий масалаларни қўйди. Қасалликларни даволашда химиявий препаратлардан фойдаланиш тажрибалари химияда янги бир оқим, яъни табиёт химияси оқими вужудга келтирди. Бу оқимнинг асосчиси швейцар врач Парацельс эди; Парацельс химиянинг асосий мақсади дори моддалар тайёрлаш деб ҳисоблади. У ўзининг медицина соҳасидаги ишларида химиявий препаратлардан фойдаланиб, яхши натижаларга эришди ва катта шухрат қозонди; бу ҳол кўпгина врачларни химиявий текширишлар олиб боришга жалб этди. Бу оқим химиявий ўзгаришларни ўрганишнинг оқилона йўлларини кўрсатиб берди. Бу давр химиклари, гарчи Аристотель таълимотининг таъсиридан қутулмаган ва алхимикларнинг фалсафий тош бор деган фикрига қўшилган бўлсаларда, уларнинг ишлари химияга доир билимларни анчагина чуқурлаштиришга имкон бер-

ди. Алхимия ғояларидан холи бўлган Россияда амалий химия XVII асргача Ғарбий Европадан мустақил равишда ривожланди.

Табиатни ҳаётдан ажратилган ҳолда ўрганиш XVII асрдигина йўқола бошлади ва химия фани аниқ тажриба натижаларига асосланиб хулосалар чиқарадиган бўлди. Химияда бу янги оқимга Роберт Бойль асос солди. Бу олим фикрича химиявий тажрибалар ўтказиш, кузатишлар олиб бориш натижасида маълумотлар тўплаш ва бирор назарияни майдонга ташлашдан олдин шу назарияга оид ҳодисаларни синчиклаб текшириш лозим. Химиянинг мақсади жисмларнинг тузилишини ўрганишдир, жисмларнинг тузилишини билишнинг воситаси эса уларни элементларга парчалашдан иборат химиявий анализдир. Аммо Бойль айтган элементлар Аристотель айтган элементлардан тамомила бошқадир. Бойль таълимотига кўра, элемент мураккаб жисмлар таркибига кирадиган ва мураккаб жисмлар парчаланганда ҳосил бўладиган энг оддий жисмлардир. Бойль химиявий элементлар тўғрисидаги назарий қарашларини ўзининг «Скептик химик» номли китобида баён қилди ва алхимикларнинг фикрларини ва металлларнинг ўзгариши ҳақидаги таълимотни қаттиқ қоралади. Р. Бойлнинг химия соҳасида қилган ишлари ва унинг текшириш методи химиянинг ривожланишига катта ёрдам берди. Бу даврдан бошлаб пневматик химия (газлар химияси) ривожлана борди. Ёниш ва оксидланиш-қайтарилиш ҳодисаларини ўрганиш натижасида қўлга киритилган хулосаларни тушунтириш учун янги назария яратиш керак эди. Бу вақтда химияда флогистон назарияси —XVII аср охирида немис химиги Шталь яратган назария ҳукмрон эди. XVII асрда металлургия ривожлана бошлади, шу муносабат билан химиклар ёниш, металлларнинг оксидланиш ва қайтарилиш процессларига алоҳида эътибор бердилар. Бу процессларнинг сабабларини изоҳлаб бериш зарурати туғилганидан кейин флогистон назарияси пайдо бўлди. Бу назарияга кўра, барча ёнувчи моддаларда флогистон, яъни олов модда мавжуд. Бундай модда металлларда ҳам бўлади, айниқса кўмирда кўп. Моддалар ёндирилганда ёки қаттиқ қиздирилганда флогистон учиб кетиб, тупроққа ўхшаш модда — куюнди қолади. Бу назарияга кўра, ёниш процесси модданинг флогистон билан куюндига парчаланишидан иборатдир, масалан:

Темир = флогистон + темир куюндиси

Демак, модда ёнганида қоладиган куюнди миқдори жуда оз бўладиган моддалар (масалан, кўмир) нуқул флогистондан иборат. Куюндини флогистони кўп бўлган кўмир билан бирга қиздириб, унга флогистон бериш мумкин. Бунда куюнди металлга айланади. Масалан:

Темир куюндиси + флогистон = темир

Металл чўғлантирилганда оғирлигининг ортиши ҳам флогистон назариясига зид бўлишига қарамай, бу назариянинг ривожланишига тўсқинлик қила олмади, чунки назариянинг тарафдорлари буни флогистон ниҳоятда енгил, яъни бошқа жисмлардан фарқ қилиб, ерга тортилмайди, балки ердан қочинш хусусиятига эга деб изоҳладилар. Бу назария тарафдорлари фикрича, жисм таркибида флогистон қанча кўп бўлса, жисм шунча енгил бўлади, аксинча, жисм флогистонни йўқотса, оғирроқ бўлиб қолади. Уша тарихий даврда флогистон назарияси ижобий роль ўйнади ва тажриба йўли билан тўпланган маълумотларни маълум система тарзида бирлаштиришга имкон берди. Флогистон назарияси химиянинг алхимияни енгизишига ёрдам берди. Вақт ўтиши билан жуда кўп кузатишлар ўтказиш натижасида флогистон назариясига зид маълумотлар тўпланди ва деярли бир аср ҳукмронлик қилган бу назария химиянинг ривожланишига тўсиқ бўлиб қолди. XVIII аср бошларида химиклар оловнинг табиати ва ёниш процессининг моҳиятига катта эътибор бердилар. Ёнишнинг илмий назариясини яратишда М. В. Ломоносовнинг хизмати катта бўлди. У оғзи кавшарлаб беркитилган идишда металлларни қаттиқ қиздириб, химиянинг ривожланиши учун муҳим янгиликлар кашф этди. М. В. Ломоносов металл солиб қаттиқ қиздирилган идишнинг оғзи очилмай тарозида тортилса, металл қиздирилгандан кейин ҳам идиш массасининг ўзгармаслигини аниқлади. Идишнинг оғзи очилганда, унга ҳаво кириб, массаси ортишини аниқлади. Шу тажрибаларга асосланиб, Ломоносов металллар қиздирилганда улар ҳаво билан бирикади, деган хулосага келди. Равшанки, Ломоносовнинг ишлари флогистон назариясини инкор қилди ва ёниш, оксидланиш процессларини бошқача — тўғри изоҳлаб берди.

Кейинчалик француз олими А. Лавуазье ёниш моддаларнинг ҳаводаги кислород билан бирикиш реакцияси эканлигини исботлади.

Лавуазье флогистон назариясига зарба бериб, ёниш ва оксидланиш процессларининг моҳияти ҳақида тўғри ва аниқ илмий назария яратди. Химиянинг аниқ фан сифатида ривожланишида инглиз олими Ж. Дальтоннинг атомистик тасаввурлари ҳал қилувчи роль ўйнади. Бинобарин, атомистик таълимотини яратган рус олими М. В. Ломоносов билан инглиз олими Ж. Дальтонни ҳозирги замон химиясининг асосчилари деб атамоқ керак.

Химия фанининг ривожланишида рус олимларидан Д. И. Менделеев билан А. М. Бутлеровнинг хизмати катта.

Моддаларнинг тузилишини текширишда ва текшириш маълумотларига асосланиб керакли хоссага эга моддалар ҳосил қилишда А. М. Бутлеров назарияси катта роль ўйнади. А. М. Бутлеров 1861 йилда валентлик тушунчасига асосланиб, моддаларнинг тузилиш назариясини яратди.

Химиянинг пайдо бўлиш ва ривожланиш тарихини, асосан, қуйидаги беш даврга бўлиш мумкин:

1. Алхимиядан аввалги давр. Инсоният жамиятида маданият бошланган вақтдан IV асргача бўлган давр. Бу даврда амалий билимлар умумлаштирилди.

2. Алхимия даври — IV асрдан XVI асргача бўлган давр. Бу давр химикларнинг «фалсафа тоши», «оби ҳаёт», «универсал эритувчи» борлигига ишониб, уларни топишга интилиш даври бўлди.

3. Химиянинг бирлашиш даври — XVI—XVII ва XVIII асрларни ўз ичига олган давр. Бу давр тўрт даврчага: тиббий химия (ядро химия), пневматик химия (газлар химияси), флогистон назарияси ва флогистон назариясига қарши кураш даврчаларига бўлинади.

4. Химияда миқдорий қонунларнинг пайдо бўлиш ва ривожланиш даври — XVIII аср охиридан XIX асрнинг олтинчи йилларигача бўлган давр. У атомистик назария, назарий тушунчаларнинг аниқ таърифланиши билан характерланади. Бу даврда «атом», «молекула», «атом оғирлик», «молекуляр оғирлик» ва шу каби тушунчаларга аниқ таърифлар берилди. Атом ва молекуляр оғирликларни аниқлаш методлари топилди ва ҳоказо.

5. Химия тараққиётининг ҳозирги даври. Бу давр XIX асрнинг олтинчи йилларидан бошланади ва химия тарихининг «олтин даври» деб аталади, чунки бу даврда даврий қонун, валентликлар ҳақидаги назариялар, стереохимия, ароматик бирикмалар назарияси ҳосил қилинди; синтетик химия соҳасида йнрик муваффақиятлар қўлга киритилди: электролитик диссоциланиш назарияси, радиоактивлик ва бошқалар пайдо бўлди. Бу даврда химиянинг турли янги соҳалари (физикавий химия, биохимия, биоорганик ва биоанорганик химиялар) вужудга келди. Химияга бошқа фанларнинг илғор методлари қўлланилди. Шундай қилиб, химия фундаментал фанга айланади.

3-§. Химиянинг халқ хўжалигидаги аҳамияти. Ҳозирги вақтда химия халқ хўжалигида ғоят муҳим роль ўйнайди. Табиатдан фақат хом ашё, руда, тошкўмир, нефть ва бошқаларгина олинмоқда. Табиий хом ашёни химиявий йўл билан қайта ишлаб халқ хўжалиги учун зарур минерал ўғитлар, пестицидлар, металллар, пластмассалар, бўёқлар, доривор моддалар ва бошқалар тайёрланади.

Бунинг учун, аввало, моддаларнинг ўзгаришига оид умумий қонуниятларни билиш керак.

Химия фани табиий материалларни тежаб ишлатиш, ишлаб чиқаришнинг қўшимча маҳсулотлари ва чиқиндиларидан фойдаланиш масалалари билан ҳам шуғулланади. Турли моддалар ҳосил қилишнинг бирмунча янги самарали усуллари топади ва ҳоказо. Улуғ Октябрь социалистик революцияси фаннинг ривожланиши учун ҳамма шароитларни яратиб берди. Совет давлати барпо этилган дастлабки йилларданоқ Совет ҳукумати химия фанини ривожлантиришга катта эътибор берди. Бунда

дастлабки илмий текшириш институтлари ва лабораториялари ташкил этилди, улар совет химия фани ва химия саноатининг ривожланишида муҳим роль ўйнади.

Улуғ Ватан урушидан олдинги беш йилликлар мобайнида СССРда қудратли химия саноати барпо этилди. Ватанимизда топилган фосфорли ва калийли туз конлари асосида тоғ-химия комбинатлари, минерал ўғитлар, синтетик каучук, кальций карбид, пластмассалар, техника мақсадларида ишлатиладиган резина буюмлар ишлаб чиқариладиган заводлар қурилди. Сунъий тола, бўёқ, доривор моддалар ва киноплёнкаларнинг янги хилларини ишлаб чиқариш ўзлаштирилди. Химия саноати 1941 йилга келиб, маҳсулот чиқариш жиҳатидан революциядан аввалги даражага қараганда 20 баравардан зиёд ўсди. Уруш йилларида химия саноати каттагина зарар кўрди, лекин бузилган заводлар тўрттинчи беш йилликнинг охирига келиб, асосан, тикланди ва маҳсулот ишлаб чиқариш даражаси 1950 йилда урушдан олдинги даврдагига қараганда 1,8 баравар ордди.

Улуғ Ватан урушидан кейинги йилларда химия саноатининг азотли ўғитлар, калийли ўғитлар, пластик массалар, хлор ва унинг ҳосилалари ишлаб чиқариладиган органик синтез тармоқлари анча кенгайди. Химиявий толалар, синтетик этил спирт, қишлоқ хўжалик зараркундаларига қарши ишлатиладиган органик препаратлар ва бошқалар ишлаб чиқариш йўлга қўйилди. Химия саноатининг ялпи маҳсулоти 1957 йилда 1940 йилдагига қараганда 5 баравар кўпайди.

КПСС Марказий Комитетининг декабрь Пленуми (1963 йил) химия саноатини жадал ривожлантиришнинг яқин йилларга мўлжалланган улкан программасини белгилаб берди. Бу программада химиявий маҳсулот умумий ҳажминин (1964—1970 йилларда) 3—3,3 баравар кўпайтириш мўлжалланган эди. Бунинг учун бир нечта янги корхоналар қурилди ҳамда борларининг кўпи такомиллаштирилди. Радиотехника, электротехника, авиация, автомобиль саноатларида ва саноатнинг бошқа тармоқларида ишлатиладиган синтетик материалларнинг тури ҳамда уларни ишлаб чиқариш кўпайтирилди. Янги синтетик материаллар табиий материалларнинг ўрнини босибгина қолмай, уларни ишлатиш натижасида саноатнинг кўпгина тармоқларида ишлаб чиқаришнинг техника даражасини юксалтириш учун кенг йўл очилади.

Мамлакатимиз химия саноатини юксалтириш вискоза, капрон, ацетат толалар, шунингдек, лавсан, нитрон, хлорин ва бошқа синтетик толалар ишлаб чиқаришни кўпайтиришга имконият яратиб берди. Улардан техникавий буюмлар ва халқ истеъмол моллари, газламалар, трикотаж, пойафзал тайёрлаш мумкин бўлиб қолди ва ҳоказо.

Мамлакатимиз халқ хўжалигини химиялаштириш саноат ва қишлоқ хўжалигининг ҳамма соҳаларида ишлаб чиқаришнинг химиявий усулларида кенг қўламда фойдаланишни таъминлаб

берди. Қишлоқ хўжалигини химиялаштириш ҳар хил агротехника тадбирлари билан бирга амалга оширилганда пахтачилик ҳосилдорлиги ва чорвачилик маҳсулдорлиги юқори даражада ортади.

Химия саноатининг тез ривожланиши коммунизмнинг моддий-техника базасини яратишда энг муҳим шартлардан бири эканлигини назарда тутиб, КПСС нинг XXII съездида химиядан халқ хўжалигида фойдаланиш ва қишлоқ хўжалигини рационал равишда ҳар тарафлама химиялаштириш масалалари кўриб чиқилди. Бундан ташқари, партиямизнинг XXIII—XXV съездлари директив қарорларида ҳам химия саноатининг ўсишига катта эътибор берилган. Мамлакатимизда қишлоқ хўжалиги ва саноатни химиялаштириш иши КПСС Программасига мувофиқ амалга оширилмоқда.

Ҳозирги замон химияси халқимиз ҳаётининг фаровонлигини юксалтиришга ҳар тарафлама ёрдам бермоқда. СССРнинг бошқа республикалари каби Ўзбекистонда ҳам химия фани ва химия саноати ривож топди. Бизнинг республикаимизда бир неча илмий тадқиқот институтлари, Фанлар Академиясининг химия, биоорганика, ўсимлик моддалари химияси, нефть ва газ ҳамда бошқа институтларида, ўнлаб олий ўқув юртларининг кафедраларида, проблема лабораторияларида химия фанининг тармоқлари тараққий этди. Республикаимизда бу соҳада йирик олимлар (О. С. Содиқов, С. Ю. Юнусов, К. С. Аҳмедов, М. Н. Набиев, Х. У. Усмонов, Ш. Т. Толипов, Х. Р. Рустамов, М. А. Асқаров, А. С. Султонов ва бошқалар) етишиб чиқди.

Ўзбекистоннинг бир неча шаҳарларида химия заводлари қурилди. Чирчиқ электрохимия комбинати, Навоий, Самарқанд, Фарғона, Олмалиқ, Қўқон химия заводлари ва бошқалар халқ хўжалигини керакли маҳсулотлар билан таъминламоқда.

АТОМ-МОЛЕКУЛЯР ТАЪЛИМОТ АСОСЛАРИ

Бундан 2500 йил аввал Греция философлари Левкипп ва Демокрит моддалар атом деб аталадиган ва доимо ҳаракатда бўладиган заррачалардан иборат деган эди. Бу таълимот моддаларнинг тузилишига оид ўша давр назарияларидан анча прогрессив бўлса ҳам амалга оширилмади. Моддаларнинг атомлардан тузилганлиги ҳақидаги назарияга ўрта асрларда бир неча марта қайтилди. Бундан ташқари, XVIII асрнинг ярмида Ломоносовнинг корпускуляр гипотезаси ва XIX асрнинг бошида Дальтоннинг атомлар гипотезаси ҳам пайдо бўлди. Аммо бу гипотезаларнинг (илмий тахминларнинг) назарияга айланиши учун тажриба аниқланган натижаларга асосланган қонунларнинг топилиши зарур эди. Шу сабабли, атом-молекуляр таълимотнинг яратилишига сабаб бўлган тажрибавий далиллар ва табиат қонунлари ҳақида тўхталиб ўтамиз.

1-§. Химиянинг асосий қонунлари. Химиянинг асосий қонунларига моддалар массасининг сақланиш қонуни, таркибнинг доимийлик қонуни, каррали нисбатлар қонуни ва эквивалентлар қонуни кирази.

XVIII асрнинг иккинчи ярмида химияга текширишнинг аниқ методлари жорий қилинганидан кейин флогистон назарияси рад этилди.

М. В. Ломоносов ўз тажрибаларига асосланиб, қуйидаги фикрни баён этди: «Табиатда содир бўладиган ўзгаришлар бир жисмдан қанча камайса, иккинчи жисмга шунча қўшилади, яъни материя бир жойда қанча камайса, бошқа жойда шунча кўпаяди». Ломоносов оғзи суюқлантириб беркитилган идишларда металлларни қаттиқ қиздириш тажрибаларини ўтказиб, моддаларда бўладиган химиявий ўзгаришларнинг асосий қонунларини кашф этди.

Реакцияга киришган моддаларнинг массаси реакция натижа-сида ҳосил бўлган моддаларнинг массасига ҳамма вақт тенг.

Бу қонун моддалар массасининг сақланиш қонуни деб аталади.

XIX асрнинг бошларида химияда турли моддаларнинг таркиби ҳақида кўп тажриба маълумотлари тўпланди. Француз олими И. Пруст бу маълумотларни умумлаштириб, таркибнинг доимийлик қонунини кашф этди.

Таркибнинг доимийлик қонуни. Бирор химиявий бирикма нимадан ва қандай ҳосил қилинишидан қатъи назар, унинг таркиби ҳамма вақт бир хил бўлади.

Таркибнинг доимийлик қонуни ҳар хил химиявий бирикмаларни қайта-қайта анализ қилиш натижасида топилган. Бироқ химиявий бирикманинг таркибини фақат анализ йўли билан эмас, балки синтез йўли билан ҳам аниқлаш мумкин. Масалан, сув электр токи таъсирида парчаланганда ҳамма вақт бир оғирлик қисм водород ва саккиз оғирлик қисм кислород ҳосил бўлади. Бунинг аксича, водород билан кислород 1 : 8 нисбатда аралаштирилиб, аралашма портлатилса, водород билан кислород қолдиқсиз бирикади. Башарти, газлардан бирортаси юқорида айтилгандан кўра ортиқроқ олинса, ортиқча газ бирикмаларга кирмай қолади. Шунинг учун таркибнинг доимийлик қонунини қуйидагича таърифлаш ҳам мумкин: *мураккаб модда ҳосил бўлишида элементлар бир-бири билан ҳамма вақт маълум оғирлик нисбатда бирикади, холос.*

Химиявий элементлар бир-бири билан қандай оғирлик миқдорларда бирикишини кўрсатувчи сон *эквивалент сони* деб аталади (Эквивалент сўзи тенг қийматли деган маънони билдиради). Элементлар ўзаро бирикканда эмас, балки бирикмаларда бир-бирининг ўрнини худди шундай миқдорларда олади.

Реакцияга киришувчи моддалар массаси шу модданинг химиявий эквивалентига пропорционалдир. Бу қонун эквивалентлар қонуни деб аталади.

Элементнинг 8 оғирлик қисм кислород ва 1 оғирлик қисм водород билан бирикадиган ёки бирикмаларда шунча кислород ёҳуд шунча водород ўрнини оладиган миқдори шу элементнинг эквиваленти деб аталади.

Элементнинг эквивалентини аниқлаш учун унинг маълум эквивалентли бошқа ҳар қандай элемент билан ҳосил қилган бирикмаси таркибини билиш керак. Эквивалентлар қонунига биноан:

$$m_1 \cdot \mathcal{E}_1 = m_2 \cdot \mathcal{E}_2 \quad (1)$$

Бу ерда:

m_1 — эквиваленти маълум элементнинг массаси;

$\mathcal{E}_1$ — шу элементнинг эквиваленти;

$m_2, \mathcal{E}_2$ — эквиваленти топилиши керак бўлган элементнинг массаси ва унинг эквиваленти.

Бу тенгламадан $\mathcal{E}_2$ ни топамиз:

$$\mathcal{E}_2 = \frac{m_2 \cdot \mathcal{E}_1}{m_1} \quad (2)$$

Мураккаб модданинг эквиваленти ҳар қандай модданинг бир эквиваленти билан реакцияга киришадиган миқдоридир. Моддаларнинг эквивалентига сон жиҳатидан тенг бўлган милли-

грамм, грамм, килограмм ҳисобидаги миқдори тегишлича миллиграмм-эквивалент (*мг-экв*), грамм-эквивалент (*г-экв*), килограмм-эквивалент (*кг-экв*) дейилади. Масалан, водороднинг эквиваленти 1,008 г, кислороднинг эквиваленти эса 8 га тенг; водороднинг грамм-эквиваленти 1,008 г, кислороднинг грамм-эквиваленти эса 8 г га тенг ва ҳоказо. Кислотанинг грамм-эквивалентини аниқлаш учун унинг грамм-молекуляр оғирлигини асослигига бўлиш керак.

Асос ва тузларнинг грамм-эквивалентини аниқлаш учун уларнинг грамм-молекуляр оғирлигини шу асос ёки туз таркибидаги металл валентлик бирликларининг умумий сонига бўлиш керак. Масалан, сульфат кислотанинг грамм-эквиваленти $\text{ГЭ}_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 98,02 : 2 = 49,01 \text{ г}$, кальций гидроксиднинг грамм-эквиваленти $\text{ГЭ}_{\text{Ca(OH)}_2} = 74,10 : 2 = 37,05 \text{ г}$, алюминий сульфатнинг грамм-эквиваленти $\text{ГЭ}_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = 342,12 : 6 = 57,02 \text{ г}$ бўлади.

Каррали нисбатлар қонунини. Икки элемент ўзаро бирикиб, бир неча бирикма ҳосил қилиши мумкин. Масалан, водород кислород билан бирикиб икки хил бирикма — сув ва водород пероксид ҳосил қилади. Уларда водород билан кислород қуйдагича оғирлик миқдорларда бирикади:

	Водород	Кислород
Сув H_2O	1,008	8,00
Водород пероксид H_2O_2 .	1,008	16,00

Кислороднинг сув ҳамда водород пероксидда бир хил оғирликдаги водород билан бириккан оғирликлари ўзаро 8 : 16 ёки 1 : 2 нисбатда бўлади.

Ж. Дальтон атомистик таълимотга асосланиб, каррали нисбатлар қонунини кашф этди. Бу қонун қуйдагича таърифланади:

Агар икки элемент ўзаро бирикиб, бир неча химиявий бирикма ҳосил қилса, элементлардан бирининг шу бирикмадаги иккинчи элементнинг бир хил оғирлик миқдорида тўғри келадиган оғирлик миқдорлари ўзаро оддий ва бутун сонлар нисбати каби нисбатда бўлади.

2-§. Дальтон атомистикаси. Ж. Дальтон атом тўғрисидаги тушунчаларни ривожлантириб, моддаларнинг тузилиши ҳақида қуйидаги фикрларни баён этди: «Моддалар жуда майда заррачалар — атомлардан тузилган. Оддий атомлар химиявий процесслар натижасида парчаланмайди ва янгидан ҳосил бўлмайди. Химиявий бирикмалар фақат шу бирикма учун хос бўлган мураккаб атомлардан таркиб топган. Реакцияларда мураккаб атомлар оддий атомларга парчаланади». Бинобарин, химияга атом тўғрисидаги тушунчанинг киритилиши Дальтон ишлари билан боғлиқ. Дальтоннинг катта хизмати шуки, у биринчи бўлиб, химиявий бирикмаларда элементлар массаларининг нисбатини тушунтириш учун элементларнинг атомий массасини аниқлаш масаласини илгари сурди.

Дальтон водороднинг атом оғирлигини шартли равишда 1 га тенг деб қабул қилиб, бошқа элементларнинг атом оғирликларини водороднинг атом оғирлигига нисбатан олди, яъни химияга *нисбий атом оғирлик* тушунчасини киритди. Атомларнинг абсолют массасини аниқлаш имконияти бўлмаганлигидан энг енгил элемент — водород атоми массасини бирлик сифатида қабул қилиб, атомларнинг нисбий массасини аниқлашга ҳаракат қилди. Лекин элементлар атоми массасини аниқлаш масаласи газ моддалар орасидаги реакция ўрганилгандан кейингина ҳал қилинди, натижада турли моддалар молекулаларининг атом таркибини амалда аниқлашга имконият туғилди.

3-§. Газларга оид қонунлар. Бу қонунларни ўрганишда уларнинг фақат идеал газларгагина татбиқ этилишини назарда тутиш керак.

Агар газ молекулаларининг катта-кичиклиги ва молекулаларининг ўзаро тортишиш кучи эътиборга олинмай, молекулалар бир-бирига нисбатан аввалги энергияни сақлаб қолади, деб фарз қилинса, бундай газ идеал газ деб қабул қилинади. Кичик босим ва юқори температура шароитида турган газнинг ҳолати идеал газ ҳолатига яқинлашади. Одатдаги шароитда реал газлар учун топилган натижалар идеал газлар қонунларидан келиб чиқадиган натижалардан кам фарқ қилади; шунинг учун уларни назарга олмаса ҳам бўлади. Идеал газга оид қонунлар жуда оддий бўлиб, ҳисоблаш ишларини осонлаштиргани учун улар реал газлар учун ҳам татбиқ этилади.

Бойль — Мариотт қонуни. Бу қонун қуйидагича таърифланади:

Ўзгармас температурада маълум оғирликдаги газ босимининг ҳажмига кўпайтмаси ўзгармас катталиқдир.

Агар газнинг Цельсий шкаласида ўлчанган температурасини t , босимини P ва ҳажминини V билан белгиласак, **Бойль—Мариотт қонунининг** математикавий ифодаси қуйидагича ёзилади:

$$\begin{aligned} t &= \text{const} \text{ бўлганида} \\ PV &= \text{const} \end{aligned} \quad (1)$$

Гей-Люссак қонуни. Бу қонун икки хил таърифланади:

1. Ўзгармас босимда маълум оғирликдаги газ 1°C кўтарилса, унинг ҳажми 0°C даги ҳажмининг $1/273,2$ қисми қадар ортади:

$$P = \text{const} \text{ бўлганида } V_t = V_0 (1 + \alpha t) \quad (2)$$

Бу ерда V_t — газнинг $t^\circ\text{C}$ даги ҳажми; V_0 — газнинг 0°C даги ҳажми; t — газнинг иситилиш температураси;

α — газнинг ҳажмий кенгайиш коэффициенти $\left(\alpha = \frac{1}{273,2}\right)$.

Идеал газлар учун α нинг қиймати газнинг қайси температурада бўлишига боғлиқ эмас.

Гей-Люссакнинг қонунига мувофиқ, газнинг — $273,2^\circ\text{C}$ даги ҳажми V' нолга тенг бўлади:

$$V' = V_0 \left(1 - \frac{273,2}{273,2} \right) = 0$$

Демак, — 273,2°C температурада газнинг ҳажми нолга тенг бўлиб қолади. Ҳақиқатда эса реал газлар учун бундай бўлиши мутлақо мумкин эмас, чунки модда ҳамма вақт қандайдир бир ҳажмга эга бўлади.

Реал газларнинг ҳаммаси — 273,2°C температурадан анча юқорида суяқ ва қаттиқ ҳолатга ўтади. Гей-Люссак тенгламаси фақат юқори температура ва кичик босимдаги газлар учунгина татбиқ этилиши мумкин. Аммо газларнинг иситилиш температурасини — 273,2°C дан бошлаб ва уни ноль деб ҳисоблаш анча қулайлик туғдиради. Абсолют нолдан ҳисобланган температура абсолют температура ёки Кельвин шкаласи деб аталади ва T ҳарфи билан белгиланади:

$$T = 273,2 + t^{\circ}\text{C}$$

Цельсий шкаласида температура $t = 20^{\circ}\text{C}$ бўлса, абсолют шкалада $T = 273,2 + 20 = 293,2^{\circ}\text{K}$ бўлади. Энди (2) тенгламага математикавий ўзгаришлар киритамиз: α нинг ўрнига унинг қийматини қўйиб, бир махражга келтирамиз:

$$V_t = V_0 (1 + \alpha t); V_t = V_0 \left(1 + \frac{1}{273,2} \right); V_t = V_0 \left(\frac{273,2 + t}{273,2} \right);$$

Температура абсолют шкалада ифодаланса, ўзгармас миқдордаги газ учун Гей-Люссак тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$P = \text{const} \text{ бўлса } V_t = V_0 \frac{T}{T_0} \quad (3) \text{ бўлади.}$$

Демак, ўзгармас босимда маълум оғирликдаги газнинг турли температурадаги ҳажмлари уларнинг абсолют температураларига тўғри пропорционал бўлади:

$$P = \text{const} \text{ бўлса, } \frac{V_{t_1}}{V_{t_2}} = \frac{T_1}{T_2} \text{ дир.}$$

(3) тенгламадаги T ни тенгламанинг чап томонига ўтказилса,

$$\frac{V_t}{T} = \frac{V_0}{T_0} \quad (4)$$

бўлади. Бунда Гей-Люссак қонунини тубандагича таърифлаш ҳам мумкин: *ўзгармас босимда маълум оғирликдаги газ ҳажмининг абсолют температурасига нисбати ўзгармас катталикдир.*

2. Ўзгармас ҳажмда маълум оғирликдаги газнинг босими газнинг абсолют температурасига пропорционал равишда ортади. Температура цельсий шкаласида 1° кўтарилса, газ босими 0° даги дастлабки босимнинг $1/273,2$ қисми қадар ортади:

$$V = \text{const} \text{ бўлса, } P_t = P_0 (1 + \beta t) \quad (5)$$

Бу ерда P_t — газнинг $t^\circ\text{C}$ даги босими; P_0 — газнинг 0° даги дастлабки босими; β — босимнинг иссиқлик коэффициенти $\left(\beta = \frac{1}{273,2}\right)$.

Юқоридаги каби ўзгаришлар киритиб (5) тенгламани тубандагича ёзиш мумкин ($V = \text{const}$ бўлганида):

$$P_t = P_0 \left(1 + \frac{1}{273,2}\right) = P_0 \left(\frac{273,2 + t}{273,2}\right); \quad P_t = P_0 \frac{T}{T_0} \quad (6)$$

Демак, ўзгармас ҳажмда, маълум оғирликдаги газнинг турли температуралардаги босимлари абсолют температураларига тўғри пропорционалдир:

$$\frac{P_{t_1}}{P_{t_2}} = \frac{T_1}{T_2}$$

(6) тенгламадаги T тенгламанинг чап томонига ўтказилса,

$$\frac{P_t}{T} = \frac{P_0}{T_0} \quad (7)$$

бўлади. Бинобарин, ўзгармас ҳажмда маълум оғирликдаги газ босимнинг абсолют температурага нисбати ўзгармас катталиқдир.

4-§. Идеал газларнинг ҳолат тенгламаси. Юқоридаги (1) ва (7) тенгламаларда газ ҳолатини ифодалайдиган учта параметр (P , V , T) нинг бири ўзгармас бўлганда қолган икkitаси бир-бирига боғлиқ ҳолда ўзгаради. Ҳақиқатда ҳам, масалан, газлар иситилганда параметрларнинг учаласи бир вақтда ўзгаради.

Учала параметрнинг бир вақтда ўзгаришини ўз ичига олган тенгламани чиқариш мақсадида бир хил оғирликдаги газнинг уч хил шароитдаги ҳолатини кўриб чиқамиз. Бошланғич шароитдаги параметрларни P_0 ва T_0 билан белгилаймиз. T_0 ни ўзгартмай, ҳажмни V гача ўзгартирдик, деб фараз қилайлик. Бунда босим ҳам ўзгариб P га тенг бўлиб қолади. Шундай қилиб, газнинг иккинчи шароитдаги параметрлари P , V , T_0 бўлади. Температура ўзгармаганда газнинг биринчи шароитидан иккинчи шароитга кўчиши Бойль-Мариотт тенгламаси билан ифодаланади;

$$P_0 V_0 = P V'$$

Бу тенгламадан газнинг янги ҳажмини топиш мумкин:

$$V' = \frac{P_0 V_0}{P} \quad (8)$$

Энди босимни ўзгартирмай, температурани T_0 дан T гача ўзгартирамиз. Бунда ҳажм ҳам V' дан то V гача ўзгаради. Газнинг кейинги учинчи шароитдаги ҳолатини янги параметрлар P , V , T билан ифодалаймиз. Ўзгармас босимдаги газнинг иккинчи шароитдан учинчи шароитга кўчишини Гей-Люссак қонуни (унинг биринчи таърифи) ёрдамида ифодалаш мумкин:

$$\frac{V'}{T_0} = \frac{V}{T} \quad (9)$$

(9) тенгламага V нинг қийматини қўйсак,

$$\frac{P_0 V_0}{P T_0} = \frac{V}{T}$$

келиб чиқади, P ни тенгламанинг ўнг томонига ўтказсак,

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{PV}{T}$$

бўлади. (10) тенглама идеал газнинг ҳолат тенгламаси деб аталади, чунки у газнинг ҳолатини характерлайдиган параметрларни (босим, ҳажм ва температураларни) бир-бирига боғлайди. (10) тенглама ҳар хил ҳисоблашларни осонлаштиради. Масалан, 720 мм симоб устуни босимида 20°C даги газнинг ҳажми 300 мл бўлсин; нормал шароитда бу газ қандай ҳажмни эгаллайди? 1 атм (760 мм симоб устунига тенг) босим ва 0°C (273,2°K) температура нормал шароит бўлади. Юқорида айтилган газнинг нормал шароитдаги ҳажмини ҳисоблаш, масалан, унинг 0°C ва 760 мм симоб устуни босимидаги ҳажмини ҳисоблашдан иборатдир. Бунинг учун қуйидаги тенгламадан фойдаланамиз:

$$V_0 = \frac{PV T_0}{P_0 T} \quad (10)$$

Бу тенгламага тегишли параметрларнинг қийматларини қўйсак,

$$V_0 = \frac{720 \cdot 300 \cdot 279,2}{760 \cdot 293,2} = 265 \text{ мл}$$

бўлади. Агар ҳажм мм ҳисобида олинса, босим мм симоб устуни ҳисобида ёзилади. Ҳажм л ҳисобида ўлчанса, босим атм ҳисобида олинини зарур. Иккаласида ҳам ҳисоб натижаси бир хил бўлади. (10) тенгламани бир грамм-молекула (1 моль) газ учун тадбиқ қиламиз. У ҳолда тенгламанинг чап томони ўзгармас катталиқ бўлади. Уни R ҳарфи билан белгилаймиз:

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = R$$

(10) тенгламани тубандаги кўринишда ёзамиз:

$$R = \frac{PV}{T} \quad \text{ёки} \quad PV = RT \quad (11)$$

Бу тенглама Менделеев — Клайперон тенгламаси деб аталади. Тенгламадаги R — газларнинг универсал константаси дейилади.

R — константа 1 моль газнинг температураси 1° кўтарилганда бажариладиган иш P_0 ва V_0 қийматларининг қандай бирликларда олининишга қараб, унинг қиймати ҳам турлича бўлади: агар P_0 атм. ҳисобида, V_0 эса л ҳисобида олинса,

$$R = \frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{1 \cdot 22,4}{273,2} = 0,082 \text{ л/град}$$

бўлади. Агар P_0 мм симоб устуни ва V_0 мл ҳисобида олинса,

$$R = \frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{760 \cdot 22400}{273,2} = 62400 \frac{\text{мм} \cdot \text{мл}}{\text{град}}$$

бўлади.

Энди тенгламани (11) исталган миқдор газ учун татбиқ этиш мақсадида тенгламанинг ўнг томони газнинг грамм-молекулалар сони n га кўпайтирилади:

$$PV = nRT \quad (12)$$

Газнинг g ҳисобидаги оғирлиги m ни молекуляр оғирлиги M га бўлсак, унинг грамм-молекуляр сони келиб чиқади:

$$n = \frac{m}{M}$$

n нинг қийматини (12) тенгламага қўйсак,

$$PV = \frac{mRT}{M} \quad (13)$$

бўлади. (13) тенгламани исталган миқдордаги газ учун татбиқ этиш мумкин.

(13) тенгламадан M ни топамиз:

$$M = \frac{m \cdot RT}{PV}$$

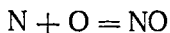
Демак, газларнинг ва буг ҳолатидаги моддаларнинг молекуляр оғирлигини тажрибада топиш учун уларнинг g ҳисобидаги оғирлигини, ҳажмини, босим ва температурасини билиш керак. Бу параметрлар зарур бўлган бирликларда ифодаланади. Масалан, 745 мм симоб устуни босимида, 25 С температурада 0,304 л ҳажмни эгаллаган газнинг оғирлиги 0,78 г бўлсин. Шу газнинг молекуляр оғирлиги M ни ҳисоблаб топамиз:

$$M = \frac{0,78 \cdot 62400 \cdot 298}{745 \cdot 304} = 64$$

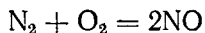
Химиявий реакцияларда газ ҳолатидаги моддалар срасидаги ҳажмий нисбатлар қонуни. Француз олими Ж. Л. Гей-Люссак газ ҳолатидаги моддалар орасида содир бўладиган реакцияларни ўрганиб, реакцияга киришувчи ҳамда реакция натижасида ҳосил бўлувчи газлар ҳажмини бир хил босим ва бир хил температурада синчиклаб ўлчади. Тажрибалардан маълум бўлишича, бир ҳажм водород бир ҳажм хлор билан бирикканда икки ҳажм водород хлорид ҳосил бўлади, икки ҳажм водород ва бир ҳажм кислород реакцияга киришганда икки ҳажм сув буғи ҳосил бўлади. Гей-Люссак ўз тажрибаларидан олган маълумотларини ҳажмий нисбатлар қонуни тарзида умумлаштиради. Бу қонун қуйидагича таърифланади:

Ўзгармас шароитда реакцияга киришадиган газларнинг ҳажм-лари бир-бирига ва реакцияда ҳосил бўладиган газларнинг ҳажм-ларига бутун сонлар нисбати каби нисбатда бўлади.

5- §. Авогадро қонуни. Бир ҳажм азот билан бир ҳажм кислород бирикиб, 2 ҳажм азот (II)- оксид ҳосил қилади:



реакцияга мувофиқ эса 1 ҳажм азот билан 1 ҳажм кислороддан 1 ҳажм азот (II)- оксид ҳосил бўлиши керак. Буни италия олими Авогадро газ ҳолидаги оддий моддалар молекуласи 2 атомдан иборат деб қабул қилди. Бунда юқоридаги реакция қуйидагича ёзилади:



бу эса тажрибада олинган натижага мувофиқ келади. Ҳақиқатан ҳам водород, кислород, азот ва бошқа оддий газларнинг икки атомдан иборат молекула O_2 , H_2 , N_2 ҳолида бўлиши аниқланади.

Авогадро ҳажмий нисбатлар қонунини тушунтириш учун ўзининг қуйидаги қонунини яратди: *бир хил шароитда (бир хил босим ва температурада) тенг ҳажмда газларнинг молекулалар сони тенг бўлади.*

6- §. Атом-молекуляр таълимот. Аллотропия ҳодисаси. Атом ва молекулалар тўғрисидаги таълимот XIX асрнинг ўрталарига келиб узил-кесил тасдиқланди. Бу таълимот моддалар жуда майда заррачалардан — атом ва молекулалардан тузилган, деган тушунчага асосланган. Молекула — модданинг ҳамма хос-саларини намоён этадиган ва мустақил равишда мавжуд бўла оладиган жуда кичик заррача, атом эса химиявий элементнинг оддий ҳамда мураккаб моддалар таркибига кирадиган энг кичик заррачасидир. Демак, атом-молекуляр таълимот нуқтаи назаридан олганда химиявий элемент ўзида муайян хоссаларни му-жассамлантирган атомлар тури; мураккаб моддаларнинг моле-кулалари икки ёки бир неча хил элемент атомларидан, оддий моддалар молекулалари эса бир хил элемент атомларидан ту-зилган бўлади; оддий модда элементнинг эркин ҳолда мавжуд бўлиш формасидир. Бу элемент атомлари бир неча хил оддий модда ҳосил қилиши ҳам мумкин. Масалан, табиий олтингургурт ромбсимон кристаллар кўринишида учрайди. Унинг бу формаси 96°C дан паст температурада барқарор бўлади. Бундан юқори температураларда у аста-секин моноклиник олтингургуртга ай-ланади. Агар $350\text{—}360^\circ\text{C}$ гача қиздирилиб, суюқлантирилган олтингургурт тез совитилса (совуқ сувга туширилса) кристалл ҳолидаги пластик олтингургурт ҳосил бўлади; у аморф моддадир, яъни ромбсимон олтингургурт ҳам, моноклиник олтингургурт ҳам битта химиявий элементдан — олтингургуртдан иборат. Уларнинг ёниши натижасида бир хил маҳсулот — олтингургурт оксид ҳосил бўлиши бунинг далилидир.

Оқ ва қизил фосфор тўғрисида ҳам шунини айтиш мумкин. Улар ҳам битта элементдан — фосфордан иборат.

Бинобарин, бир химиявий элементнинг бир неча оддий модда ҳолида мавжуд бўла оlish ҳодисаси *аллотропия* деб, бу моддаларнинг ҳар бири эса ўша элементнинг *аллотропик шакл ўзгаришлари* (модификация) деб аталади.

Полиморфизм ҳодисаси атомлар сони турлича бўлган молекулалар ёки ҳар хил турдаги кристаллар ҳосил бўлиши билан боғлиқ. Ҳозирги вақтда 104 та химиявий элемент маълум, оддий моддалар эса 400 дан ортиқ.

7-§. Грамм-атом ва грамм-молекула. Авогадро сони. Атом ва молекуляр оғирликларнинг ўлчов бирлиги қилиб углерод атоми массасининг $1/12$ қисми қабул қилинган. Бу бирлик *углерод бирлиги* дейилади.

Элемент атомининг углерод бирлигида ифодаланган массаси шу элементнинг атоми массаси деб, моддалар молекуласининг углерод бирлигида ифодаланган массаси эса шу модданинг молекулалар массаси деб аталади. Элемент атомининг массасига сон жиҳатдан тенг бўлган граммлар миқдори грамм-атом (*г-атом*) деб аталади. Масалан, рухнинг бир грамм-атоми 65,37 г га тенг. Модда молекуласининг массасига сон жиҳатдан тенг бўлган грамм миқдори грамм-молекула (*г-моль*) ёки *моль* дейилади. Масалан, 1 *моль* $\text{H}_2\text{O} = 18,016$ г.

Турли моддаларнинг бир грамм-молекуласидаги молекулалар сони шунингдек, турли элементларнинг 1 грамм-атомларидаги атомлар сони ҳам тенг бўлади. Ҳар қандай модданинг бир грамм-молекуласида $6,02 \cdot 10^{23}$ га тенг молекула бўлади. Ҳар қандай элементнинг бир *грамм-атомида* ҳам шунча атом бўлади. Ана шу $6,02 \cdot 10^{23}$ сони Авогадро сони деб аталади.

1 л газнинг нормал шароитдаги массаси маълум бўлса, айтиш мумкин, бир моли худди шу шароитда қанча ҳажмни эгаллашини аниқлаш осон. Масалан, 1 л водороднинг массаси нормал шароитда 0,09 г га тенг. Бир *моль* (2,016) водороднинг худди шу шароитдаги ҳажми қуйидагича ҳисоблаб топилади:

$$0,09:1 = 2,016:V_0$$
$$V_0 = \frac{1 \cdot 2,016}{0,09} = 22,4 \text{ л}$$

Ҳар қандай газнинг бир грамм-молекуласи нормал шароитда 22,4 л ҳажмни эгаллайди. Бу ҳажм газнинг *г-моль* (моляр) ҳажми дейилади. Моляр ҳажмга асосланиб, ҳар қандай ҳажмдаги газнинг массасини, шунингдек нормал шароитдаги ҳар қанча массали газнинг ҳажмини ҳисоблаб топиш мумкин.

8-§. Газ ҳолатидаги моддаларнинг молекуляр массасини аниқлаш усуллари. 1. Газнинг грамм-молекуляр (моляр) ҳажмига асосланган усул. Бунинг учун берилган газдан 22,4 л нинг грамм-молекуляр массасини топиш керак. Масалан, 0,3487 г

ацетилен (C_2H_2) нормал шароитда 300 см^3 ҳажмни эгаллайди. Унинг молекуляр массасини аниқлаш учун 22400 см^3 ҳажмни эгаллаган 1 моль ($g\text{-моль}$) ацетиленнинг массасини ҳисоблаб топишнинг ўзи кифоя:

$$0,3487:300 = g\text{-моль}:22400$$

$$g\text{-моль} = \frac{22400 \cdot 0,3487}{300} = 26,04 \text{ г}$$

Демак, ацетиленнинг молекуляр массаси $26,04 \text{ г}$ га тенг.

2. Газларнинг нисбий зичлигини аниқлашга асосланган усул. Тенг ҳажмдаги икки хил газ массасининг нисбати уларнинг молекуляр массалари нисбати каби бўлади:

$$\frac{m}{m_1} = \frac{M}{M_1}$$

бу ерда m — биринчи газнинг массаси;

m_1 — худди шунча ҳажмдаги иккинчи газнинг массаси;

M — биринчи газнинг молекуляр массаси;

M_1 — иккинчи газнинг молекуляр массаси.

$\frac{m}{m_1}$ нисбат зичлик бўлиб, d билан белгиланади. У ҳолда

$$d = \frac{M}{M_1} \text{ ёки } M = d \cdot M_1$$

бўлади.

Биобарин, газнинг молекуляр массаси унинг молекуляр массаси маълум бўлган иккинчи газга нисбатан зичлигини иккинчи газнинг молекуляр массасига кўпайтирилганига тенг. Нисбий зичлик, одатда водород ёки ҳавога нисбатан аниқланади. Водороднинг молекуляр массаси (яхлитлаб олинганда) 2 г , ҳавонинг ўртача молекуляр массаси 29 г тенг бўлгани учун, газнинг водородга нисбатан зичлигидан (d_{H_2}) ёки ҳавога нисбатан зичлигидан (d_x) фойдаланиб, унинг молекуляр массаси қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисоблаб топилади:

$$M = 2 \cdot d_{H_2} \text{ ёки } M = 29 d_x$$

3. Менделеев тенгламасига асосланган усул. Кўп суюқ ва қаттиқ моддалар қиздирилганда парчаланмай буғ ҳолатига ўтади, яъни молекуляр оғирлигини ўзгартирмайди. Бундай моддаларнинг молекуляр оғирлигини аниқлашда Менделеев тенгламасидан фойдаланиш мумкин:

$$M = \frac{mRT}{PV}$$

бу ерда, P — босим, мм. симоб устуни; V — модда буғининг ҳажми; мм^3 ; m — аниқланадиган модданинг оғирлиги, г; R — газнинг универсал доимийси (бу ерда 62400 г га тенг); T — тажриба ўтказилаётгандаги абсолют температура; M — топилиши керак бўлган молекуляр оғирлик.

9- §. Атом массасини аниқлаш усуллари. 1. Авогадро қонунига асосланган усул. Газ ҳолатидаги оддий моддалар — водород, кислород, азот, хлор, фтор ва бошқаларнинг қандай ҳажмий нисбатларда реакцияга киришувини пухта ўрганиш шу газларнинг молекулалари икки атомдан иборат эканлигини кўрсатди, Авогадро қонунига кўра, элементлардан ҳар бирининг атом массаси молекуляр массасининг ярмига тенг. Масалан, хлорнинг тажрибада топилган молекуляр оғирлиги 71 бўлсин. Унда атом оғирлиги:

$$A = \frac{71}{2} = 35,5$$

2. Канниццаро усули. Италиян олими Канниццаро атом массасини аниқлашнинг умумий усулини таклиф этди. Бу усулга кўра, элемент учувчан бирикмаларининг ҳавога нисбатан зичлиги тажриба йўли билан аниқланади ва зичлик асосида молекуляр массаси ҳисоблаб чиқилади. Сўнгра химиявий анализларнинг натижаларига асосланиб, элементнинг бу бирикмаларидаги процент миқдори топилади ҳамда олинган ҳар қайси бирикманинг бир молекуласида айти элемент ҳиссасига қанча углерод бирлиги тўғри келиши аниқланади. Топилган сонларнинг энг кичиги айти элементнинг атомий массаси бўлади (1- жадвал). Масалан, углерод (II)- оксиднинг ҳавога нисбатан зичлиги $d_x = 0,965$. Демак, унинг молекуляр оғирлиги $M_{CO} = 0,965 \cdot 29 = 28$ бўлади. Бу бирикмада кислороднинг миқдори 57,14%. Бинобарин, углерод (II)- оксид молекуласида углерод бирлиги билан ифодаланган қанча кислород борлигини билиш учун қуйидагича пропорция тузилади:

$$\frac{100 - 57,14}{28 - x} \quad x = \frac{28 \cdot 57,14}{100} = 16$$

Бу пропорциядан кислороднинг углерод бирлигида ифодаланган миқдори x билан белгиланган. Пропорцияни юқоридагидек ечиб, x ни топамиз. Элементнинг бу бирикмадаги энг кам миқдори ёки икки қиймати орасидаги энг кичик фарқ шу элементнинг атом оғирлиги бўлади.

1- жадвал

Кислороднинг атомий массасини топиш

Углерод бирикмалари	Газнинг ҳавога нисбатан зичлиги	Газнинг молекуляр оғирлиги	Газдаги кислороднинг % билан ифодаланган миқдори	Бир молекула кислороднинг углерод бирлиги билан ифодаланган миқдори
Углерод (II)- оксид	0,965	28	57,14	16
Углерод (IV)- оксид	1,515	44	72,73	32
Этил эфир	2,55	74	21,61	16
Ацетон	2,00	58	27,60	16
Этил спирт	1,59	46	34,80	16

Жадвалдан кўриниб турибдики, келтирилган моддалар молекуласида кислороднинг энг кам миқдори 16 углерод бирлигига тенг. Бинобарин, кислороднинг атомий массаси 16 бўлади.

3. Дюлонг ва Пти қондасига асосланган усул. Элементлар учувчан бирикмалар ҳосил қилмайдиган бўлса, уларнинг масалан, металлларнинг атом массаларини аниқлашда Дюлонг ва Пти қондасидан фойдаланилади. Бу қонда қуйидагича таърифланади:

Қаттиқ ҳолатдаги оддий модда нисбий иссиқлик сифимининг айна элемент атом массасига кўпайтмаси ўзгармас сон бўлиб, тахминан 6,3 кг га тенг.

$$A \cdot C = 6,3$$

бу ерда A — элементнинг атомий массаси; C — олинган модданинг нисбий иссиқлик сифими.

1 г моддани 1° иситиш учун сарф бўладиган иссиқлик миқдори шу модданинг *нисбий иссиқлик сифими* деб аталади.

Дюлонг ва Пти қондаси 15—25° ларда тўғри натижа беради. Температура пасайиши билан $A \cdot C$ кўпайтма ҳам камаяди. Бундан ташқари, айрим элементлар — бериллий, бор, углерод ва кремний учун $A \cdot C$ нинг сон қиймати 6,3 дан анча кичик.

6,3 сон 1 г-атом моддани 1° иситиш учун зарур бўлган иссиқлик миқдорини билдиради ва *атомар иссиқлик сифими* деб аталади. Агар атомар иссиқлик сифимини нисбий иссиқлик сифмига бўлсак, берилган элемент атоми массасининг тақрибий қиймати келиб чиқади:

$$A = \frac{6,3}{C}$$

Элементнинг атом оғирлигини топиш учун, унинг тақрибий атом оғирлигини эквивалентига бўлиб, валентлиги аниқланади, сўнгра эквивалент оғирлиги валентлигига кўпайтирилиб, аниқ атом оғирлиги топилади. Элементларнинг валентликлари, эквивалентлари ва атом оғирликлари орасида аниқ боғланиш бор. Масалан, элементнинг атом оғирлиги эквивалентидан неча марта ортиқ эканлигини кўрсатувчи сон шу элементнинг валентлиги бўлади.

$$B = \frac{A}{\varepsilon}$$

бундан:

$$A = \varepsilon \cdot B$$

бўлади. Бу ерда A — элементнинг атом оғирлиги; B — элементнинг валентлиги; ε — элементнинг эквиваленти:

10-§. Химиявий белгилар. Химиявий формулалар. Химиявий элементларнинг ҳозирги вақтда ишлатиладиган белгиларини химия фанига Берцелиус (1813 йилда) киритган эди. Унинг так-

лифига кўра элементлар лотинча номларини бош ҳарфи билан белгиланади. Масалан, кислород О билан, углерод С билан белгиланади ва ҳоказо. Номларининг бош ҳарфлари бир хил бўлган баъзи элементларни белгилашда номларининг бош ҳарфлари ёнига иккинчи ҳарфи ҳам қўшилади. Масалан, Mg, Mn, Cl ва ҳоказо.

Химиявий белгилар элементларнинг қисқартирилган номларигина бўлиб қолмай, балки улар миқдори жиҳатидан ҳам маълум аҳамиятга эга. Ҳар бир белги ё элементнинг бир атоми ёки унинг атом оғирлигига сон жиҳатдан тенг бўлган оғирлик миқдорини билдиради. Масалан, С белгиси углероднинг бир атоми, унинг 12 оғирлик қисмини билдиради. Химиявий бирикмалар таркибининг химиявий белгилар ёрдамида ифодаланиши *химиявий формула* деб аталади. Химиявий формула модданинг сифат ва миқдорий таркибини кўрсатади. Масалан, H_2O формуласи сувнинг бир молекуласини, унинг 18 оғирлик қисмини билдириш билан бирга, унинг таркибида икки ҳажми (2 оғирлик ҳисса) водород, бир ҳажм (бир оғирлик ҳисса) кислород борлигини, шунингдек, сув таркибидаги водород билан кислороднинг оғирликлари 1 : 8 нисбатда эканлигини кўрсатади.

Химиявий формулалар чиқариш. Мураккаб модданинг энг оддий ёки эмпирик (тажрибавий) формуласини чиқариш учун даставвал, шу модда таркибида қандай элементлардан қанча миқдордалигини анализ йўли билан аниқлаш керак.

Мураккаб модданинг таркибини % ҳисобида ёки оғирлик миқдори ҳисобида ифодалаш мумкин. Масалан, бирор тузнинг таркиби % ҳисобида тубандагича:

$$\text{Na} = 32,48\% \quad \text{S} = 22,55\% \quad \text{O} = 45,02\%$$

Бу туз молекуласи таркибидаги натрий атомлари сонини x билан, олтингугурт атомлари сонини y билан, кислород атомларининг сонини z билан белгиласак, модданинг формуласи $\text{Na}_x\text{S}_y\text{O}_z$ бўлади. Молекула таркибидаги элементлар атомлари сонларининг бир-бирига нисбати грамм-атомлари нисбатида бўлиши аниқ. Шу сабабли % билан ифодаланган миқдордан (ёки оғирлик миқдорларидан) грамм-атом билан ифодаланган миқдорга ўтиш керак. Бунинг учун % билан ифодаланган миқдорлар шу элементнинг атом оғирлигига бўлинади:

$$x:y:z = \frac{32,43}{23} : \frac{22,55}{32} : \frac{45,02}{16}$$

$$x:y:z = 11,41:0,705:2,814$$

Бу нисбатлар орасида энг кичиги, яъни 0,705 *г-атом* олтингугуртни бирга тенг деб олсак, қолган сонларни 0,705 га бўламиз, чунки молекула таркибида элемент атомлари фақат бутун сондагина бўлиши мумкин. Натижада қуйидаги нисбат келиб чиқади:

$$x:y:z = 2:1:4$$

Шундай қилиб, юқорида айтилган тузнинг энг оддий ёки эмпирик формуласи Na_2SO_4 бўлади.

Моддаларнинг % билан ифодаланган ёки миқдорий таркиби асосида чиқарилган формулалар энг оддий ёки эмпирик формулалар деб аталади. Кўпгина аорганик бирикмаларнинг эмпирик формулаларини ҳақиқий формулалар деб ҳисоблаш мумкин.

Кўпгина органик моддаларнинг эмпирик формулалари ҳақиқий ёки молекуляр формулаларидан фарқ қилади. Органик моддаларнинг молекуляр формулаларини чиқариш учун % билан ифодаланган таркибларидан ташқари, молекуляр оғирликларини ҳам билиш зарур. Масалан, глюкоза таркибида 4,5 оғ. қисм углерод, 0,75 оғ. қисм водород ва 6 оғ. қисм кислород бор. Унинг молекуляр оғирлиги 180. Углерод атомлари сонини x , водород атомлари сонини y , кислород атомлари сонини z билан белгилаймиз. Бу модданинг формуласи $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ бўлади. Юқорида кўрсатилгани сингари, модданинг эмпирик формуласини топамиз:

$$x:y:z = \frac{4,5}{12} : \frac{0,75}{1} : \frac{6}{16} = 0,375:0,75:0,375 = 1:2:1.$$

Демак, глюкозанинг эмпирик формуласи CH_2O экан. Агар бу формулага асосланиб, молекуляр оғирлигини ҳисобласак, $12+2+16=30$ г-моль бўлади. Глюкозанинг молекуляр оғирлиги 180 га тенг, яъни 6 марта катта. Демак, глюкоза таркибидagi элемент атомларининг сонини 6 марта кўпайтириш зарур. Шу сабабли глюкозанинг молекуляр формуласини $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ деб ёзамиз.

Анализ маълумотларидан ташқари, яна молекуляр оғирликни аниқлашга асосланган ва модда молекуласидаги атомларнинг ҳақиқий сонларини кўрсатадиган формулалар ҳақиқий ёки молекуляр формулалар деб аталади, фақат анализ маълумотлари асосидагина чиқарилган формула энг оддий ёки эмпирик формула дейилади.

Энди, аниқ молекуляр оғирликлар қай тариқа топилишини тушуниш қийин эмас. Молекуляр оғирликларни топиш учун қўлланиладиган методлар кўпинча унча аниқ натижалар бермаслиги юқорида айтиб ўтилди. Аммо модданинг, ҳеч бўлмаганда, молекуляр оғирлиги билан процент таркиби маълум бўлса, модда молекуласининг атомий таркибини ифодалайдиган формуласини топиш қийин эмас. Молекула массаси шу молекулани ҳосил қилган атомлари массаларининг йиғиндисига тенг бўлганлиги учун, молекула таркибига кирувчи атомларининг массалари бир-бирига қўшилса, молекуланинг углерод бирликлари билан ифодаланган оғирлиги — модданинг молекуляр оғирлиги чиқади. Шу тариқа топилган молекуляр оғирлик худди атом оғирликдек аниқ бўлади. Химиявий бирикма таркибига кирувчи элементларнинг валентлиги шу бирикманинг формуласини топишга анча осонлаштиради. Элементнинг валентлиги айни элемент атоми водороднинг (ёки бир валентли бошқа элементнинг) неч-

та атомини бириктириб олиши ва унинг ўрнини олиши мумкинлигини кўрсатувчи сондир.

Ҳозирги замон химиясида валентлик тушунчаси бирмунча чуқур маънога эга. Бу ҳақда кейинроқ тўхталиб ўтамиз.

Валентлик тушунчаси айрим атомларгагина эмас, балки химиявий бирикмалар таркибига кириб, химиявий реакцияларда худди яхлит бир компонентдек иштирок этадиган ва бир неча атомлардан иборат группаларга ҳам тадбиқ этилади.

11-§. Химиявий формулалар асосида ҳисоблаш. Модданинг бир неча ҳарф ва рақамдан тузилган химиявий формуласидан жуда муҳим маълумотлар олинади. Химиявий формула, аввало, аини модданинг қандай элементлардан тузилганлигини ва унинг молекуласида ҳар қайси элементнинг неча атоми борлигини кўрсатади. Бундан ташқари, химиявий формула маълум моддани характерловчи бир қанча қийматларни ҳисоблаб топишга ҳам имкон беради. Ана шундай ҳисоблашлардан энг муҳимларини кўрсатиб ўтамиз.

Модданинг молекуляр оғирлигини ҳисоблаб топиш. Модданинг молекуляр оғирлиги шу модданинг химиявий формуласидан модда молекуласидаги элементлар атом массаларининг йиғиндиси сифатида ҳисоблаб топилади.

Мураккаб модданинг оғирлик таркибини ҳисоблаб топиш. Ҳар қандай модданинг таркиби уни ҳосил қилган элементлар массалари орасидаги нисбат билан ифодаланиши мумкин. Ана шу нисбат модданинг формуласидан келиб чиқади. Масалан, содада икки атом натрийга бир атом углерод ва уч атом кислород тўғри келиши унинг формуласи Na_2CO_3 дан кўриниб турибди. Натрийнинг атом оғирлиги 23, углероднинг атом оғирлиги 12 ва кислороднинг атом оғирлиги 16 бўлганидан, бу элементларнинг массалари орасидаги нисбат соданинг ҳар қандай миқдорида ҳам

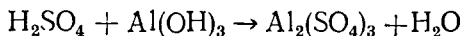
$$23 \cdot 2 : 12 : 16 \cdot 3 \text{ бўлади.}$$

Маълум моддадаги ҳар қайси элементнинг процент миқдори-ни ҳам формула асосида осонгина ҳисоблаб чиқиш мумкин.

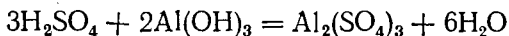
Химиявий тенгламалар. Атом-молекуляр назарияга мувофиқ, ҳар қандай химиявий реакция бир модда молекулаларининг бошқа модда молекулаларига айланишидан иборат; бунда реакцияга киришган моддалар молекулаларида қайси атом бўлса, ҳосил бўлган моддаларнинг молекулаларида ҳам ўша атомлар бўлади. Реакцияга киришадиган моддалар билан реакция натижасида ҳосил бўладиган моддалар молекулаларининг таркиби маълум бўлса, ҳар қандай реакцияни ҳам химиявий тенглама билан ифодалай оламиз. Реакцияни химиявий формулалар ёрдамида қисқача ифодаланиши *химиявий тенглама* дейилади. Химиявий тенгламада тенглик аломатининг чап томонига реакция учун олинган моддаларнинг формулалари, ўнг

томонига эса реакция натижасида ҳосил бўлган маҳсулотларнинг формулалари ёзилади. Реакция натижасида атомларнинг умумий сони ўзгармай қолади. Шунинг учун тўғри тузилган тенгламада тенглик аломатининг чап ва ўнг томонидаги ҳар бир элемент атомларининг сони барабар бўлиши керак.

Масалан, H_2SO_4 билан $\text{Al}(\text{OH})_3$ орасидаги реакция натижасида $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ва H_2O ҳосил бўлади. Реакция схемаси:

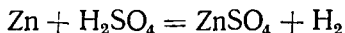


Схеманинг иккала томонидаги атомлар сони тенг бўлмаганлигидан тенглик ишораси ўрнига стрелка қўйилади. Схеманинг иккала томонидаги атомлар сонини тенглаштириш учун тегишли коэффициентлар қўйилади, натижада қуйидаги тенглама ҳосил бўлади:

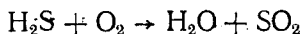


Реакциянинг химиявий тенгламасини тузиш учун, қайси моддалар реакцияга киришини ва реакция натижасида қандай моддалар ҳосил бўлишини аниқ билиш керак.

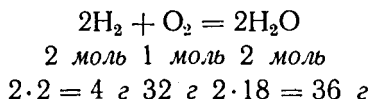
Тенгламанинг чап томонига реакция учун олинган модда молекулаларининг формулаларини ёзгандан кейин, шу формулалардан ҳар қандай янги модда молекулаларининг формулаларини тузиб, уларни тенгламанинг ўнг томонига ёзавериш ярамайди. Содир бўладиган реакциялар яхши ўрганиб чиқилган бўлса, олинган моддаларнинг ўзаро таъсир этиши натижасида қандай маҳсулотлар ҳосил бўлишини олдиндан билиш мумкин. Масалан, кислота билан ишқор ёки металл оксиди ўзаро таъсир этганда ҳамма вақт туз билан сув ҳосил бўлиши маълум ва ҳоказо. Бироқ, бундай ҳолларда ҳам қутилмаган натижа чиқиши мумкин. Масалан, хлорид кислота ва суюлтирилган сульфат кислота кўпгина металлларга таъсир эттирилганда водород ажралиб чиқади ва реакция учун олинган металлларнинг тузлари ҳосил бўлади:



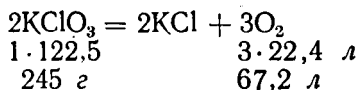
Ана шу реакция асосида нитрат кислотанинг металлларга таъсир этиш реакцияси учун юқоридагига ўхшаш тенглама тузилса, кўпол хатога йўл қўйилган бўлади, чунки нитрат кислота металлларга таъсир эттирилганда, одатда, водород ажралиб чиқмайди. Демак, бундай усулни имкони борича қўлламаслик керак. Тенгламалар тузишда ҳамма вақт шуни тутиш зарурки, тенгламанинг чап ва ўнг қисмидаги атомлар сонини барабарлаштиришда модда формуласини ўзгартириб бўлмайди. Уларни тўғри коэффициентлар танлаш йўли билангина барабарлаштириш мумкин. Баъъи ҳолларда, реакция тенгламаси ўрнига қайси моддалар реакцияга киришувини ва реакция натижасида қандай моддалар ҳосил бўлишини кўрсатувчи схемадангина фойдаланилади. Бундай ҳолларда тенглик аломати ўрнига стрелка қўйилади. Масалан, H_2S нинг ёниш реакцияси, яъни кислород билан бирикиш реакциясининг схемаси қуйидагича ёзилади:



Реакцияларнинг тенгламаларидан шу реакцияларга алоқадор бўлган ҳар хил ҳисобларни бажаришда фойдаланилади. Химиявий тенгламадаги ҳар бир формула фақат битта молекула-нигина эмас, балки модданинг молекуляр оғирлигига, масалан, бир грамм-молекуласига тенг бўлган маълум оғирлик миқдори-ни ҳам кўрсатганлигидан, формула ўрнига модданинг грамм-модалар орасидаги оғирлик нисбатлари аниқланади. Ма-молекуляр миқдори қўйилиб, реакцияда иштирок этадиган ҳам-салан, водород билан кислороддан сув ҳосил бўлиш реакциясини қуйидагича тушунтириш мумкин:



Бу тенгламадан 4 г водороднинг 32 г кислород билан бири-киб, 36 г сув ҳосил қилиши яққол кўриниб турибди. Бинобарин, реакция тенгламасини тузиб, ўзаро таъсир этувчи моддалар-нинг грамм-молекуляр миқдорларини шу тенглама асосида топ-ганимиздан кейин, лаборатория ёки ишлаб чиқаришда маълум реакцияни амалга ошириш учун зарур бўлган ҳар хил ҳисоблар-ни бажара оламиз. Реакцияда газсимон моддалар иштирок эта-диган бўлса, реакция тенгламаси ўзаро таъсир этувчи газлар-нинг массалари тўғрисидагина эмас, балки уларнинг нисбий ҳажмлари тўғрисида ҳам тушунча беради. Шунинг учун, маса-ланинг шартига кўра, реакцияга киришувчи ёки реакция нати-жасида ҳосил бўлувчи газнинг ҳажмини билиш зарур бўлса, унинг массасини олдиндан ҳисоблаб чиқишнинг ҳожати бўлмай-ди. Газнинг талаб қилинган ҳажми реакция тенгламаси асосида ҳисоблаб чиқарилиши мумкин. Масалан, 100 г бертоле тузи тар-кибий қисмларга ажратилганда неча литр кислород чиқариши-ни ҳисоблаб топайлик. Бунинг учун аввал реакция тенгламасини тузамиз ва бертоле тузининг формуласи тагига формулага му-вофиқ иккига кўпайтирилган молекуляр оғирлигига тўғри кела-диган массани, кислороднинг формуласи тагига эса унинг учга кўпайтирилган молекуляр оғирлигига тўғри келадиган ҳажмла-рини ёзиб қўямиз:



Пропорция тузиб, ундан исталган ҳажми топамиз, бунда ҳосил бўлган кислороднинг оғирлигини ҳисоблаб чиқиб, уни литрга айлан-тиришга зарурат қолмайди:

$$\frac{245-100}{67,2-x}$$

$$x = \frac{100 \cdot 67,2}{245} = 27,4 \text{ л}$$

Топилган ҳажм нормал шароитдаги ҳажмдир, агар температура билан босим бошқача кўрсатилган бўлса, яна тегишли ҳисобларни бажариш керак бўлади.

12- §. Химиявий реакцияларда юз берадиган энергетик ҳодисалар. Ҳар қандай моддада унинг ҳолатига, таркиби ва миқдори га яраша маълум энергия запаси бўлади. Моддалар химиявий реакцияга киришганда ана шу энергиянинг бир қисми ажралиб чиқади. Химиявий реакцияда намоён бўладиган *химиявий энергия* ўзаро реакцияга киришадиган моддаларнинг энергия запаслари ўзгариши ҳисобига юзага чиқади. Химиявий энергия энергиянинг бошқа турларига айланган ҳолда намоён бўлиши мумкин. Масалан, водород кислород билан бирикиб, сув ҳосил қилганда, металл хлор билан бирикканда, ёниш процессида энергия асосан иссиқлик ҳолида ажралиб чиқади. Бунда химиявий энергия иссиқлик энергиясига айланади дейиш мумкин. Гальваник элементларда химиявий энергия электр энергиясига, портлаш процессида химиявий энергия иссиқлик энергияси билан механикавий ишга айланади. Фосфор шуълаланганда нур энергияси ажралиб чиқади ва ҳоказо.

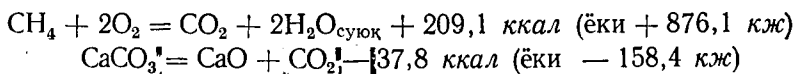
Химиявий процессларда, кўпинча, иссиқлик энергияси ажралиб чиқади ёки ютилади.

Реакция вақтида иссиқлик чиқса, бу реакция экзотермик, иссиқлик ютилса эндотермик реакция дейилади.

Химиявий реакция вақтида реакцияга киришувчи моддаларнинг энергия запаси ўзгаради. Экзотермик реакцияларда ҳосил бўлган модданинг энергия запаси бошланғич моддаларникидан кам, эндотермик реакцияларда эса кўп бўлади. Кўпинча, эндотермик реакция натижасида ҳосил бўлган модда ўзининг беқарорлиги билан ажралиб туради ва осон парчаланади.

Реакция вақтида ажралиб чиқадиган ёки ютиладиган иссиқлик миқдори кўрсатилган химиявий тенгламалар *термохимиявий тенгламалар* дейилади; бу тенгламалар массалар сақланиш қонуни ва энергиянинг сақланиш қонуни асосида тузилади.

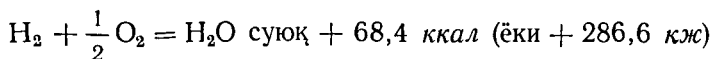
Термохимиявий тенгламаларда реакциянинг иссиқлик эффекти реакцияга киришувчи моддаларнинг грамм-молекуляр сонига тегишли бўлади ва, одатда, килокалориялар (*ккал*) ва киложоуллар (*кж*) билан ифодаланади: $1 \text{ ккал} = 4,184 \text{ кж}$. Экзотермик реакцияларда иссиқлик эффекти плюс ишора билан, эндотермик реакцияларда минус ишора билан ёзилади. Масалан,



Биринчи тенгламадан кўриниб турибдики, 1 моль метан 2 моль кислород билан реакцияга киришганда 209,1 ккал (876,1 кж) иссиқлик ажралиб чиқар экан. Иккинчи тенглама 1 моль кальций карбо-

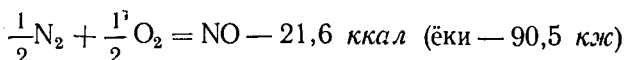
нат СаО ва СО₂ га ажралганда 36,8 ккал (158,4 кж) иссиқлик ютилишини кўрсатади.

Оддий моддалардан 1 моль мураккаб модда ҳосил бўлишида ажралиб чиқадиган ёки ютиладиган иссиқлик миқдори шу модданинг ҳосил бўлиш иссиқлиги дейилади. Агар ҳосил бўлиш иссиқлиги 25°С ва 760 мм симоб устуни (101325 н/м²) да аниқланган бўлса, у стандарт ҳисобланади. Масалан, Н₂О (суюқ) нинг ҳосил бўлиш иссиқлиги 68,4 ккал (286,6 кж) га тенг.



Ҳосил бўлиш иссиқлиги ҳар доим бир грамм-молекула модда ютилади, шу сабабли термохимиявий тенгламаларда каср коэффициентлар ҳам бўлиши мумкин; бу ҳолда формулалар молекулаларни эмас, балки реакцияга киришувчи моддаларнинг грамм-молекулалари сонини билдиради. Юқорида келтирилган термохимиявий тенглама 1 моль водород (2 г) ва 1/2 моль (16 г) кислороддан 1 моль (18 г) сув ҳосил бўлишида 68,4 ккал (286,6 кж) иссиқлик чиқилишини кўрсатади.

Қуйидаги термохимиявий тенгламадан:



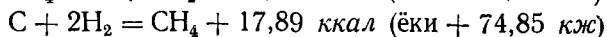
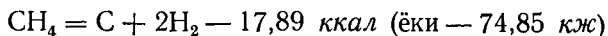
приниб турибдики, NO нинг ҳосил бўлиш иссиқлиги — 21,6 ккал (—90,5 кж) тенг; яъни 1/2 моль азот (14 г) ва 1/2 моль (16 г) кислороддан 1 моль (30 г) азот (II)- оксид ҳосил бўлишида 21,6 ккал (90,5 кж) иссиқлик ютилади.

Термохимиявий ҳисоблар. Химиянинг химиявий реакцияларнинг иссиқлик эффекти миқдорини аниқлаш билан шуғулланадиган бўлими *термохимия* дейилади.

Барча термохимиявий ҳисоблар термохимия қонунларига асосланган. Бу қонунлар энергиянинг сақланиш қонунидан келиб чиқади.

1784 йилда Лавуазье ва Лаплас кашф этган биринчи қонун шундай таърифланади: ҳар қайси химиявий бирикманинг оддий моддаларга парчаланиш иссиқлиги қиймат жиҳатидан унинг ҳосил бўлиш иссиқлигига тенг, лекин ишора жиҳатидан бир-бирига тескари бўлади.

Масалан, 1 моль метан парчаланганда 21,7 ккал (90,0 кж) иссиқлик ютилади. Оддий моддалардан 1 моль метан ҳосил бўлишида шунча миқдор иссиқлик ажралиб чиқади:



Россия Фанлар Академиясининг аъзоси Г. И. Гесс 1840 йилда аниқлашган қонун шундай таърифланади: *реакциянинг иссиқлик эффекти реакция учун олинган моддалар билан реакция маҳсулотларининг табиатигагина боғлиқ бўлиб, реакциянинг оралиқ босқичига боғлиқ эмас.*

Гесс қонунининг термохимиявий ҳисобларга татбиқини аниқ мисолларда кўриб чиқамиз.

Термохимиявий ҳисобларда оддий моддалар ҳосил бўлиш иссиқлиги стандарт шароитларда, яъни 25°C ва 760 мм симоб устуни (101325 н/м³) босимида нолга тенг деб олинади.

Гесс қонуни химиявий реакциянинг иссиқлик эффектини реакция ўтказмай туриб ҳам ҳисоблаб чиқаришга имкон беради:

$$Q = \sum Q_2 - \sum Q_1$$

бу ерда: Q — реакциянинг иссиқлик эффекти;

$\sum Q_2$ — реакция маҳсулотларининг ҳосил бўлиш иссиқликлари йиғиндиси;

$\sum Q_1$ — реакция учун олинган дастлабки моддаларнинг ҳосил бўлиш иссиқликлари йиғиндиси.

Агар реакция ўзгармас босимда олиб борилса, реакциянинг иссиқлик эффекти Q_p билан белгиланади ва *реакциянинг ўзгармас босимдаги иссиқлик эффекти* деб аталади.

Ҳозирги пайтда Q_p ўрнида реакциянинг энтальпия ўзгариши ΔH дан фойдаланиш қабул қилинган; экзотермик ўзгаришлар учун

$$\Delta H = -Q_p$$

эндотермик ўзгаришлар учун

$$\Delta H = +Q_p$$

Агар реакция ўзгармас ҳажмда олиб борилса, реакциянинг иссиқлик эффекти ички энергиянинг ўзгариши ΔH билан ифодаланади:

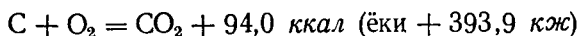
$$Q_v = -\Delta u \text{ (экзотермик реакция учун)}$$

$$Q_v = +\Delta u \text{ (эндотермик реакция учун)}$$

Химиявий реакциялар асосан ўзгармас босимда олиб борилиши сабабли амалда, деярли, фақат ΔH дан ва унинг стандарт қиймати ΔH_{298}^0 дан фойдаланилади. Ҳар қандай модданинг ҳосил бўлиш стандарт энтальпияси бўлади, унинг қиймати махсус жадвалларда берилади.

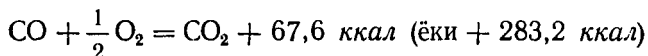
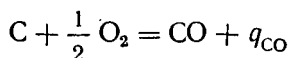
1-мисол. Углерод (II)-оксид углерод ва кислороддан бевосита ҳосил бўлмайди, шунинг учун бу реакциянинг иссиқлик эффектини тажриба йўли билан аниқлаш мумкин эмас. Лекин CO_2 нинг углерод ва кислороддан ҳосил бўлиш иссиқлигини ҳамда CO нинг ёниб CO_2 га айланиш иссиқлигини билган ҳолда оддий моддалардан CO ҳосил бўлиш иссиқлигини ҳисоблаш қийин эмас.

Углерод ёнганда карбонат ангидрид ҳосил бўлади:



Карбонат ангидрид ҳосил бўлиш реакцияси икки босқичда боради; дастлаб углерод ва кислороддан углерод (II)-оксид ҳосил бўлади (*биринчи босқич*); кейин углерод (II)-оксид кисл

род билан реакцияга киришиб, карбонат ангидрид ҳосил қилади (*иккинчи босқич*).



бунда: q_{CO} — CO нинг ҳосил бўлиш иссиқлиги.

Гесс қонунига биноан, CO_2 нинг углерод ва кислороддан тўғридан-тўғри ҳамда CO олинадиган оралиқ босқич орқали ҳосил бўлишининг иссиқлик эффектлари ўзаро тенг бўлиши керак.

Демак, углерод (II)-оксиднинг оддий моддалардан ҳосил бўлиш иссиқлиги:

$$94,0 - 67,6 = 26,4 \text{ (ккал) га тенг}$$

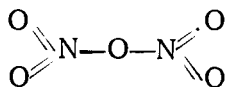
13-§. Анорганик бирикмаларнинг классификацияси. Моддаларнинг хоссаларини ўрганишни осонлаштириш мақсадида анорганик бирикмаларнинг ҳаммаси 4 синфга: оксидлар, кислоталар, асослар ва тузларга бўлинади.

1. Оксидлар. Элементларнинг кислород билан бирикиши натижасида ҳосил бўлган бирикмалар *оксидлар* деб аталади. K_2O , Al_2O_3 , SO_3 , P_2O_5 ва бошқалар оксидлардир. Оксидларнинг формуласи валентлик қондаси асосида тузилади. Оксидларнинг таркибини тузилиш (структура) формулалари ҳолида ёзиш яна ҳам равшанроқ бўлади.

Тузилиш формулалари моддалар молекуласидаги атомларнинг ўзаро қандай боғланганлигини ифодалайди. Масалан, SO_3 таркибидаги олтингугурт 6, кислород эса 2 валентлидир. Тузилиш формулаларини ёзишда валентлик боғланишлари чизиқчалар билан кўрсатилади. Масалан, олти валентли олтингугурт оксиднинг (сульфат

ангидриднинг) тузилиш формуласи $S \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow O \end{smallmatrix} \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow O \end{smallmatrix}$ кўринишида ёзилади.

Таркиби мураккаброқ бўлган оксидларнинг тузилиш формуласини ёзишда тубандаги қоидага риоя қилиш зарур. Бир хил ишорали элементларнинг атомлари ўзаро бирика олмайди. Турли ишорали элементлар атомларигина ўз валентлигига кўра бирика олади. Масалан, нитрат ангидриднинг молекуляр формуласи: N_2O_5 . Демак, бу бирикмада азот атомлари фақат кислород атоми орқалигига ўзаро бирика олади, яъни:

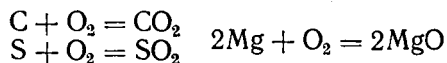


Оксидларнинг сув билан бирикиши натижасида ҳосил бўлган мураккаб моддалар гидроксидлар дейилади. Масалан, CrO_3 нинг сув

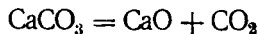
билан бирикиш маҳсулотлари — $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$ ва $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ хром (VI) нинг гидроксидларидир.

Оксидларнинг олиниши. Оксидлар қуйидаги усуллар билан олинади.

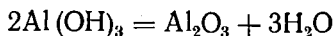
1. *Оддий моддаларни ёндириш:*



2. *Тузларни қиздириш:*



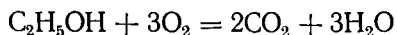
3. *Асосларни қиздириш:*



4. *Қислоталарни қиздириш:*



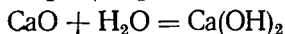
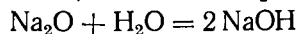
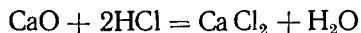
5. *Мураккаб моддаларни ёндириш:*



Оксидлар химиявий хоссаларининг хилма-хиллигига кўра асосий оксидлар, кислотавий оксидлар, амфотер оксидлар ва бетараф оксидлар группаларига бўлинади.

А с о с и й о к с и д л а р. Металларнинг кислоталар билан реакцияга киришиб, туз ҳосил қилувчи оксидлари *асосий оксидлар* деб аталади.

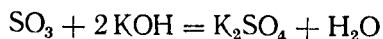
Улар жумласига Na_2O , Ag_2O , MgO , CaO , HgO , MnO , NiO ва бошқалар киради. Ишқорий металллар (Na , K) ва ишқорий-ер металллар (Ca , Ba) оксидлари сув билан реакцияга киришиб, сувда эрийдиган асослар ҳосил қилади:



Оксидларнинг номлари шу металл номига оксид сўзини қўшиш йўли билан ҳосил қилинади. Масалан, натрий оксид Na_2O ; кальций оксид CaO ; алюминий оксид Al_2O_3 ; ўзгарувчан валентли металллар бир неча оксид ҳосил қила олади. Бундай оксидларнинг номларини ҳосил қилиш учун металл номидан кейин қавслар ичида шу металлнинг валентлиги кўрсатилади-да, дефис қўйилиб, оксид сўзи ёзилади. Масалан, темир (II)-оксид FeO ; темир(III)-оксид Fe_2O_3 ; мис (I)-оксид Cu_2O ; мис (II)-оксид CuO .

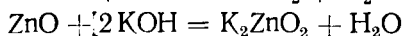
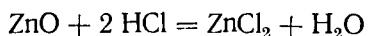
Қислотавий оксидлар. Металлоидларнинг ишқорлар би-

лан реакцияга киришиб, туз ҳосил қилувчи оксидлари *кислотавий оксидлар* ёки *ангидридлар* деб аталади:



Кислотавий оксидлар кислоталар билан реакцияга деярли киришмайди, киришганда ҳам туз ҳосил қилмайди. Кислотавий оксидларнинг баъзилари сув билан бирикиб, кислота ҳосил қилади; шунга кўра уларни *тегишли кислоталарнинг ангидридлари* деб аташ мумкин, масалан, N_2O_3 — нитрит ангидрид, N_2O_5 — нитрат ангидрид, SO_2 — сульфит ангидрид, SO_3 — сульфат ангидрид, P_2O_5 — фосфат ангидрид ва ҳоказо.

Амфотер оксидлар. Ҳам асосий оксид, ҳам кислотавий оксид хоссаларига эга бўлган оксидлар *амфотер оксидлар* деб аталади. Амфотер оксидлар кислоталар билан ҳам, ишқорлар билан ҳам реакцияга киришиб, туз ҳосил қилади, масалан:

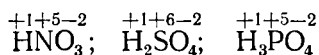


Ўзгарувчан валентли металл оксидларининг характери металлнинг валентлигига боғлиқ. Масалан, марганец (II)-оксид (MnO) — асосли, марганец (IV)-оксид (MnO_2) — амфотер ва марганец (VII)-оксид (Mn_2O_7) — кислотавий оксид.

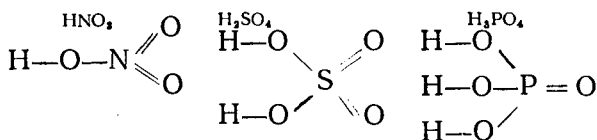
Юқориди таърифланган оксидларнинг учаласи ҳам туз ҳосил қилади, шунинг учун улар туз ҳосил қилувчи оксидлар деб ҳам аталади.

Бетараф (индиферент) оксидлар. Кислоталар билан ҳам, ишқорлар билан ҳам реакцияга киришмайдиган ва гидратлар ҳосил қилмайдиган оксидлар бетараф оксидлар дейилади. Бундай оксидларга N_2O мисол бўла олади.

II. Кислоталар. Таркибида кислота қолдиги ва металлларга алмашина оладиган водород атомлари бўлган мураккаб моддалар *кислоталар* деб аталади. Кислота молекуласидаги водород атомларининг металлларга алмашина оладиган сони кислотанинг асослигини, шунингдек, кислота қолдигининг валентлигини кўрсатади. Шунга кўра, кислоталар бир асосли, икки асосли, уч асосли ва кўп асосли кислоталарга бўлинади. Бир асосли кислоталар: HCl , HNO_3 . Икки асосли кислоталар: H_2S , H_2SO_4 , H_2CO_3 . Уч асосли кислоталар: H_3BO_3 , H_3PO_4 . Кислоталар таркибига кўра кислотародли (H_2SO_4 , HNO_3 , H_3PO_4) ва кислотародсиз кислоталар (HCl , HBr , H_2S ва бошқалар) га бўлинади. Кислотародли кислоталар кўпинча кислотали оксидларнинг гидратларидан иборат бўлади. Кислоталарнинг тузилиш формуласини ёзиш учун, даставвал, улар молекулалари таркибидаги элементлар атомларининг валентлигини билиш зарур. Молекуланинг электронейтраллигини назарда тутиб, берилган кислота молекуласидаги элемент атомининг валентлигини ҳисоблаш қийин эмас. Масалан:

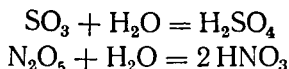


Кислоталарнинг тузилиш формулаларини ёзиш учун марказий элемент белгиси ёзилиб, белги атрофига элементнинг валентлигига тенг сондаги чизиқлар чизилади ва бу чизиқларга кислород атомлари бирлаштирилади. Кислотанинг асослигини кўрсатувчи водород атомлари эса марказий элемент атомига кислород орқали боғланади. Масалан:

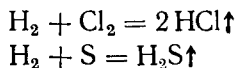


Кислоталар олишнинг асосий усуллари қуйидагилардан иборат:

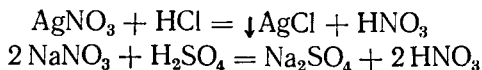
1. Кислотавий оксидлар (кислота ангидридлари) ни сув билан ўзаро таъсир эттириш:



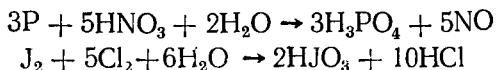
2. Баъзи металлоидларнинг водород билан ўзаро таъсиридан ҳосил бўлган маҳсулотни сувда эритиш, масалан:



3. Тузларга кислоталар таъсир эттириш. Агар реакция натижа-сида сувда эримайдиган туз ёки учувчан кислота ҳосил бўлса, бундай реакция охиригача боради:

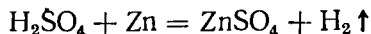


4. Баъзи оддий моддаларни оксидлаш орқали кислоталар ҳосил қилинади, масалан:



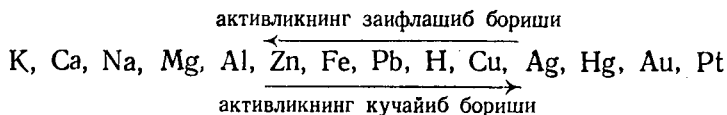
Кислоталарнинг умумий хоссалари. 1. *Кислоталарнинг индикаторларга таъсири.* Кислота ва ишқор эритмалари таъсирида ўз рангини ўзгартирувчи моддалар *индикаторлар* деб аталади. Кислоталарнинг сувдаги эритмаси кўк лакмусни ва метилоранжни қизартиради.

2. *Кислоталар билан металлларнинг ўзаро таъсири.* Кислоталар таркибидаги водородни сиқиб чиқара оладиган металлларнинг кислоталарга таъсири натижасида туз ҳосил бўлади, масалан:



Активлиги водороднинг активлигидан кучлироқ металлларгина кислота таркибидаги водородни сиқиб чиқара олади. Металлларни химиявий активлиги жиҳатидан *активлик қатори* деб аталадиган бир қаторга териш мумкин. Бу қаторни ўтган асрнинг 60-

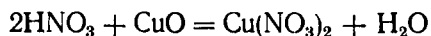
йилларида рус химиги академик Н. Н. Бекетов тузган эди. Металларнинг қисқартирилган активлик қатори:



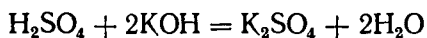
Водороддан олдин турган металлар кислота таркибидаги водородни сиқиб чиқара олади. Водороддан кейин турган металлар эса водородни сиқиб чиқара олмайди.

Нитрат кислотанинг металларга таъсири натижасида водород ажралиб чиқмайди, ажралиб чиқиши керак бўлган водороднинг оксидланиши сабабли туз, сув ва бошқа маҳсулотлар (азот оксидлари) ҳам ҳосил бўлади.

3. *Кислоталар билан асосли оксидларнинг ўзаро таъсири.* Кислоталар билан асосли оксидларнинг ўзаро таъсири натижасида туз ва сув ҳосил бўлади:

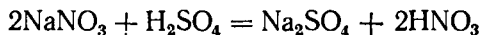


4. *Кислоталар билан ишқорларнинг ўзаро таъсири.* Кислоталарнинг ишқорлар билан реакцияга киришуви натижасида туз ва сув ҳосил бўлади:

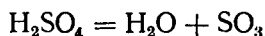


Бундай реакциялар *нейтралланиш* реакцияси деб аталади.

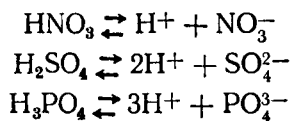
5. *Кислоталар билан тузларнинг ўзаро таъсири натижасида янги кислота ва янги туз ҳосил бўлади:*



6. *Қиздиришнинг кислоталарга таъсири.* Кислородли баъзи кислоталар қиздириш натижасида кислота ангидриди билан сувга ажралади:



7. *Кислоталарнинг диссоцилланиши.* Сувда эрийдиган кислота молекулалари фақат сув заррачаларининг таъсири остида мусбат зарядли водород ионига (катионга) ва манфий зарядли кислота қолдиғи ионига (анионга) диссоцилланади, масалан:



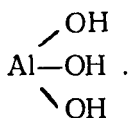
Кислота қолдиқлари эритмадан ташқарида якка ҳолда мавжуд бўла олмайди, кислота қолдиқлари водород иони билан би-

рикканда тегишли кислота, металл иони билан бирикканда эса ўша кислотанинг тузи ҳосил бўлади.

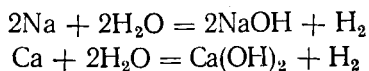
III. Асослар. Асосли оксидларнинг гидратлари *асослар* деб аталади. Сувда яхши эрийдиган асослар, масалан, NaOH , KOH , Ca(OH)_2 *ишқорлар* деб аталади.

Сувда эрийдиган асослардан аммоний гидроксид — NH_4OH алоҳида ўрин тутати. Аммоний группаси — NH_4^+ химиявий реакцияларда бир валентли металл каби намоён бўлади ва ўзгармаган ҳолда бошқа моддалар таркибига ўтади.

Асосларнинг кўпчилиги сувда эримайди. Асосларнинг формуласини ёзишда металл белгисидан сўнг унинг валентлиги нечага тенг бўлса, шунча гидроксил группа ёзилади. Масалан, Al(OH)_3 ёки



Асослар олишнинг умумий усуллари. 1. Ишқорий ёки ишқорий-ер металллар Na , K , Ca , Ba нинг сувга таъсири натижасида ишқор ҳосил бўлади ва эркин ҳолда водород ажралиб чиқади:

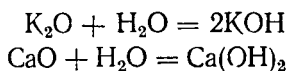


2- жа д в а л

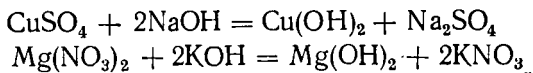
Энг кўп ишлатиладиган кислоталар

Тартиб номери	Формуласи	Номи	Кислота қолдиғи- нинг формуласи ва заряди
Бир асосли кислоталар			
1	HF	Фторид кислота	F^-
2	HCl	Хлорид —»—	Cl^-
3	HNO_3	Нитрат —»—	NO_3^-
4	HNO_2	Нитрит —»—	NO_2^-
5	CH_3COOH	Ацетат —»—	CH_3COO^-
Икки асосли кислоталар			
6	H_2S	Сульфид кислота	S^{2-}
7	H_2SO_3	Сульфит —»—	SO_3^{2-}
8	H_2SO_4	Сульфат —»—	SO_4^{2-}
9	H_2CO_3	Карбонат —»—	CO_3^{2-}
Уч асосли кислоталар			
10	H_3PO_4	Фосфат кислота	PO_4^{3-}

2. Ишқорий ва ишқорий-ер металллар оксидларининг сувга таъсири натижасида ишқор ҳосил бўлади:



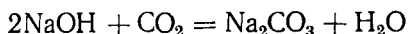
3. Сувда эримайдиган асослар ҳосил қилиш учун оғир металлларнинг сувда эрийдиган тузлари эритмасига ишқор таъсир эттирилади:



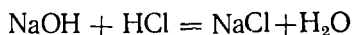
4. Техникада ишқор олиш учун ишқорий металл хлоридларининг сувдаги эритмаси электролиз қилинади. Масалан, ош тузининг сувдаги эритмаси электролиз қилинганда ўювчи натрий (NaOH) ҳосил бўлади.

Асосларнинг умумий хоссалари. 1. Асослар индикаторларга таъсир этади, масалан, қизил лакмусни кўкартиради, метилоранжни сариқ тусга киритади, фенолфталейнни эса пушти рангга бўяйди.

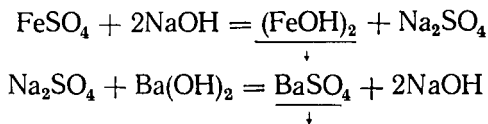
2. Асослар кислотавий оксидлар билан ўзаро таъсир этиб, туз ва сув ҳосил қилади:



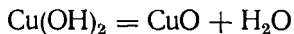
3. Асослар кислоталар билан ўзаро таъсир этиб, туз ва сув ҳосил қилади, яъни уларни нейтраллайди:



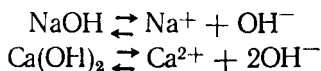
4. Ишқорлар баъзи тузлар билан ўзаро таъсир этиб, сувда эримайдиган асос ёки туз ҳосил қилади, масалан:



5. Сувда эримайдиган асослар қиздирилганда сув ва металл оксид ҳосил бўлади:



6. Сувда эрийдиган асослар сув молекулалари таъсирида диссоциланиб, мусбат зарядли металл катионига ва манфий зарядли гидроксил анионига ажралади—диссоциланади:



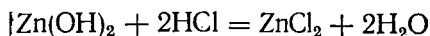
Аммоний гидроксид мусбат зарядли аммоний катиони билан ман-
фий зарядли гидроксил анионига парчаланади:



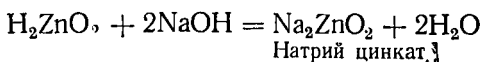
Амфотер гидроксидлар. Сувда ёмон эриб, кислоталар билан ҳам, ишқорлар билан ҳам реакцияга киришадиган гидроксидлар *амфотер гидроксидлар* деб аталади. $\text{Be}(\text{OH})_2$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ва $\text{Pb}(\text{OH})_2$ амфотер гидроксидларга мисол бўла олади. Амфотер гидроксидларнинг формуласини ҳам кислота кўринишида, ҳам асос кўринишида ёзиш мумкин:



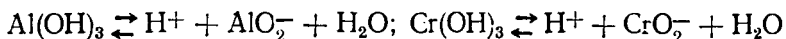
Амфотер гидроксидлар кислоталар билан ўзаро таъсир этганда асос сифатида реакцияга киришиб, туз ва сув ҳосил қилади:



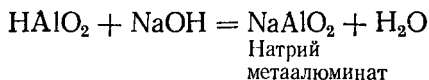
Ишқорлар билан ўзаро таъсир этганда эса кислота сифатида реакцияга киришиб, туз ва сув ҳосил қилади:



Бу реакция натижасида ҳосил бўлган туз натрий цинкатдир. Уч валентли металлларнинг амфотер гидроксидлари, масалан, $\text{Al}(\text{OH})_3$ ва $\text{Cr}(\text{OH})_3$ сувда қуйидаги тенгламага мувофиқ кислота тарзида диссоциланади:



Шу сабабли бундай гидроксидларнинг ишқорлар билан ўзаро таъсир реакциялари тубандагича ёзилади:



IV. Тузлар. Кислота таркибидаги водород атомларининг металл атомларига тўла ёки қисман алмашиниши натижасида ҳосил бўлган мураккаб моддалар *тузлар* деб аталади. Кислота таркибидаги водороднинг бирин-кетин ажралиб чиқиши натижасида қолган қисми кислота қолдиғи дейилишини эслатиб ўта-миз. Тузлар нормал ёки ўрта тузлар, нордон тузлар, қўшалоқ тузлар ва асосли тузларга бўлинади.

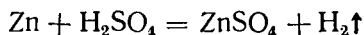
Нормал ёки ўрта тузлар. Кислота таркибида бўлган ва металлга алмашина оладиган барча водород атомларининг металлга алмашиниши натижасида ҳосил бўлган бирикмалар *нормал ёки ўрта тузлар* дейилади. Масалан, Na_2SO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ва бошқалар.

Таркибидаги водород атомларининг икки хил металлга алмашиниши натижасида *қўшалоқ тузлар* ҳосил бўлади. Масалан, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$.

Тузларнинг номи металл номига кислота номини қўшиш билан ҳосил қилинади. Масалан, NaNO_3 — натрий нитрат, NaCl — натрий хлорид, CH_3COONa — натрий ацетат, Na_2SO_4 — натрий сульфат, Na_3PO_4 — натрий фосфат. Агар металл ўзгарувчан валентли бўлса, металл номидан сўнг унинг валентлиги қавс ичида рим рақамлари билан кўрсатилади. Масалан, FeCl_2 — темир (II)- хлорид, FeCl_3 — темир (III)- хлорид.

Нормал тузлар олиш усуллари

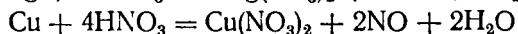
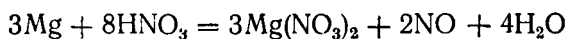
1. *Металларнинг кислоталар билан ўзаро таъсири:*



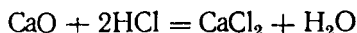
Бундай реакцияларни амалга оширишда тубандагиларни эсда тутиш зарур.

а) металлларнинг активлик қаторида водороддан олдин турган металларгина кислота таркибидан водородни сиқиб чиқара олади;

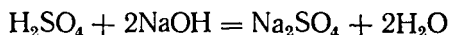
б) металлларнинг оксидловчи кислоталар (масалан, HNO_3 ва концентранланган H_2SO_4 кабилар) билан ўзаро таъсири натижасида эркин ҳолатдаги водород ажралиб чиқмайди (чунки у оксидланиб, сувга айланади):



2. *Кислота билан асосли оксиднинг ўзаро таъсири, масалан:*

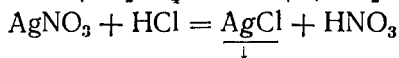
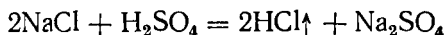


3. *Кислота билан асоснинг ўзаро таъсири:*

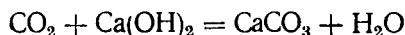


Бу реакция вақтида кислота ва асосларга хос хусусиятлар йўқолди. Шу сабабли, туз ҳосил қилишнинг бу йўли нейтралланиш реакцияси деб аталади.

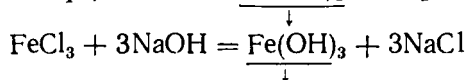
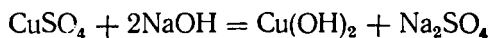
4. *Кислота билан тузларнинг ўзаро таъсири:*



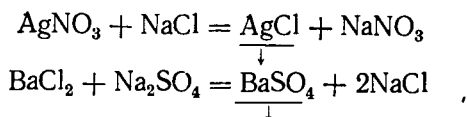
5. *Кислота ангидриди билан асоснинг ўзаро таъсири:*



6. *Оғир металл тузининг ишқор билан ўзаро таъсири:*



7. Баъзи тузларнинг ўзаро таъсири:



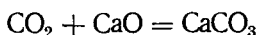
Бундай-реакциялар унумли бўлиши учун реакция маҳсулотидagi бирор туз сувда эримаслиги шарт. Шу сабабли тузларнинг сувда эрувчанлигини билиш зарур. 3-жадвалда баъзи тузларнинг сувда эрувчанлиги кўрсатилган.

Баъзи тузларнинг сувда эрувчанлиги

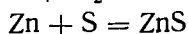
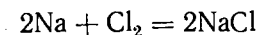
3-жадвал

Кислоталар	Тузларнинг эрувчанлиги
HNO_3 HCl H_2SO_4 H_2CO_3 H_3PO_4 H_2S	Ҳамма тузлари эрийди AgCl, CuCl, PbCl_2, HgCl_2 дан бошқа тузлари эрийди CaSO_4, BaSO_4, PbSO_4 дан бошқа тузлари эрийди Нормал тузларидан фақат Na, K ва NH_4 тузларигина эрийди.

8. Кислота ангидриди билан асосли оксиднинг ўзаро таъсири:

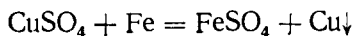


9. Металлар билан баъзи металлоидларнинг ўзаро таъсири:



Кислородсиз кислоталарнинг кўпгина тузлари шу йўл билан ҳосил қилинади.

10. Туз эритмаси билан металлнинг ўзаро таъсири:



Юқорида баён этилган усуллар тўғрисида мулоҳаза юритиб, туз ҳосил қилиш реакцияларини тубандаги схемалар тарзида кўрсатиш мумкин:

Кислота + металл = туз + водород

Кислота + асосли оксид = туз + сув

Кислота + асос = туз + сув

Кислота ангидриди + асос = туз + сув

Кислота ангидриди + асосли оксид = туз

Металл + металлоид = туз

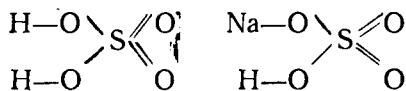
А кислота + Б туз = С туз + Д кислота

А туз + ишқор = Б туз + сувда эримайдиган асос

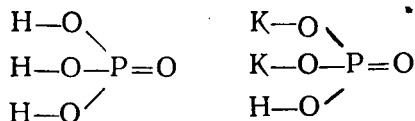
А туз + Б туз = С туз + Д туз

А металлнинг тузи + Б металл = Б металлнинг тузи + А металл.

Нордон тузлар. Қўп асосли кислота таркибидаги водород атомларининг металл атомларига қисман алмашилиш маҳсулоти *нордон туз* деб айтилади. Нордон тузларга NaHSO_4 , K_2HPO_4 ва бошқалар мисол бўла олади. Нордон тузларнинг формуласи тегишли кислоталарнинг тузилиш формулалари асосида ёзилади. Бунда водород атомлари ўрнига металл атомлари ёзилади, масалан:



ёки



Нордон тузларнинг номи қуйидагича айтилади. Нормал туз номи олдида *гидро-* ёки *би-* сўзи қўшилади. Масалан, нормал туз K_2SO_4 нинг номи калий сульфат, нордон туз KHSO_4 нинг номи эса калий бисульфат ёки калий гидросульфатдир.

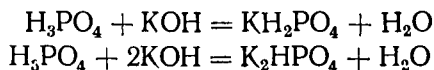
Бир асосли кислоталарнинг (HCl , HNO_3 , HBr , CH_3COOH каби-ларнинг) нордон тузлари бўлмайди.

Икки асосли кислоталар фақат бир хил нордон туз ҳосил қилади, масалан, KHSO_4 , NaHSO_4 ва бошқалар. Бундай тузлар таркибида металлларга алмашина оладиган бир атом водород бўлади.

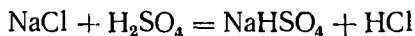
Уч асосли кислоталар, масалан, H_3PO_4 , H_3AlO_3 ва бошқалар икки хил нордон туз ҳосил қилиши мумкин: булардан бири бирламчи нордон тузлар, масалан, NaH_2PO_4 , бундай нордон тузлар кислота таркибидаги бир атом водороднинг металга алмашинуvidан ҳосил бўлади; яна бири иккиламчи нордон тузлар, масалан, Na_2HPO_4 , бундай тузлар кислота таркибидаги икки атом водороднинг металлга алмашинуvidан ҳосил бўлади.

Нордон тузлар уч хил усул билан олиниши мумкин:

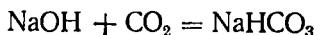
1. Оз миқдор ишқорларга икки ёки уч асосли кислоталар таъсир эттириш усули:



2. Тузларга икки ёки уч асосли кислоталар таъсир эттириш усули:

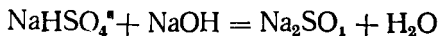


3. Камроқ миқдор ишқорларга икки ёки уч асосли кислота ангидридлари таъсир эттириш усули:

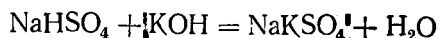


Нордон тузларнинг (айниқса, кучли кислота тузларининг) эритмалари кислоталарга хос хусусиятларни намоён қилади: эритмалари нордон бўлади, баъзан индикаторларнинг рангини кислота таъсир этгани каби ўзгартиради.

Бирор металлнинг нордон тузини нормал тузга айлантириш учун унинг эритмасига шу металл ишқори таъсир эттирилади:



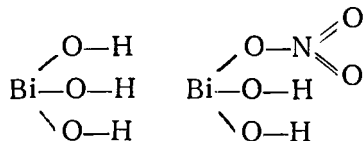
Агар нордон туз эритмасига бошқа металл ишқори таъсир эттирилса, қўшалок туз ҳосил бўлади:



Асосли тузлар

Асосли тузлар таркибида металл ва кислота қолдигидан ташқари гидроксил группа ҳам бўлади. Икки ёки уч валентли металл гидроксидларининг гидроксил группаларини қисман кислота қолдигига алмаштириш натижасида ҳосил бўлган бирикмалар *асосли тузлар* деб аталади. Асосли тузларга $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$, $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ ва бошқалар мисол бўла олади.

Асосли тузнинг тузилиш формуласини ёзиш учун асоснинг тузилиш формуласидаги гидроксил группа—ОН ўрнига кислота қолдиги ёзилади, масалан:

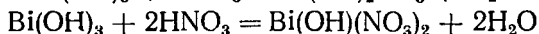
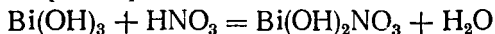


Агар асосли тузнинг гидроксил группаси битта бўлса, унинг номи тегишли нормал туз номи олдида «гидрокси» сўзи қўшиш билан ҳосил қилинади, масалан, $\text{Bi}(\text{OH})(\text{NO}_3)_2$ — висмут гидроксинитрат.

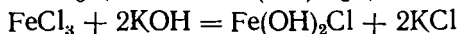
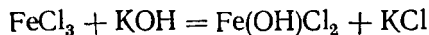
Агар асосли туз таркибида иккита гидроксил группа бўлса, тегишли нормал туз номи олдида «дигидрокси» сўзи қўшиб айтилади. $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ — висмут дигидроксинитрат.

Асосли тузлар икки хил усул билан олинади:

1. Икки ёки уч валентли металл гидроксидларига камроқ миқдор кислота таъсир эттириш:



2. Икки ёки уч валентли металл тузлари эритмаларига камроқ миқдор ишқор таъсир эттириш:



Асосли тузни нормал тузга айлантириш учун асосли туз эритмасига шу туз таркибидаги кислота қолдигига эга бўлган кислота таъсир эттирилади:



Д. И. МЕНДЕЛЕЕВНИНГ ДАВРИЙ ҚОНУНИ ВА ЭЛЕМЕНТЛАР ДАВРИЙ СИСТЕМАСИ

1-§. Д. И. Менделеевнинг даврий қонуни. XIX асрда химиянинг жадал ривожланиши ва кўпдан-кўп тажрибавий маълумотларнинг тўпланганлиги муносабати билан химиявий элементларни группаларга бўлиш эҳтиёжи туғилди.

1789 йилда А. Лавуазье химиявий элементларнинг биринчи классификациясини тузди. У барча оддий моддаларни металллар, металлмаслар, кислота радикаллари ва оксидларга ажратди.

1808 йилда Берцелиус барча элементларни икки группага — металллар ва металлмасларга бўлди. Бу группалар ноаниқ эди, лекин шунга қарамадан, ҳанузгача ўз кучини сақлаб келмоқда.

Деберейнер барча элементларни химиявий хоссаларидаги ўхшашликларга кўра группаларга бўлиш юзасидан тажриба ўтказиб, хоссалари бир-бирига ўхшаш элементларни учта-учтадан қилиб, группаларга бўлиш мумкинлигини ва улардан бирининг атом оғирлиги қолган икки элемент атом оғирликларининг ўртача арифметик қийматига тахминан тенглигини аниқлади. Бундай группалар *триадалар* деб аталади. У ўзи топган муносабатлар элементларни системали равишда группаларга бўлиш учун асос бўла олади, деб ўйлади. Аммо Деберейнер ўша вақтда маълум бўлган элементлардан фақат тўрттагина триада ажратиб олишга муваффақ бўлди.

Француз олими де Шанкуртуа 1863 йили элементлар системасини тузиш учун цилиндр сиртига спираль чизиқлар чизди, бу чизиқларнинг цилиндр ўқиға қиялик бурчаги 45° қилиб олинди. Ҳар қайси спираль орасини 16 бўлакка бўлди. Спираль чизиқларга барча элементлар атом оғирликлари ортиб бориши тартибда жойлаштирилганда, ўзаро ўхшаш элементларнинг атом оғирликлари орасидаги фарқ 16, 32, 48 ва ҳоказога тенг эканлиги аниқланди.

1863 йилда Нъюлэндс элементларни атом оғирликларининг ортиб бориши тартибда жойлаштириб, ҳар бир элементдан кейинги саккизинчи элементда биринчи элементнинг хоссалари маълум даражада такрорланишини аниқлади ҳамда бу қонунийтни «октавалар қонуни» деб атади. Унга асосланиб, ўзига маълум бўлган барча элементларни группаларга бўлишга уриниб кўрди.

Нъюлэндс системасида кўпгина қарама-қаршиликлар бўлганлигига қарамай, элементлар атом оғирликларининг ортиб бориши билан шу элементларнинг хоссалари даврий равишда ўзгариши тўғри бўлиб чиқди.

Лотар Мейернинг 1864 йилда босилиб чиққан асарида валентликларга қараб олтига группага бўлинган баъзи (27 та) химиявий элементларнинг жадвали берилган. Мейер ҳар қайси

группада кетма-кет келадиган элементларнинг атом оғирликлари орасидаги фарқ ўзгармас катталиikka эга эканлигини таъкидлаб ўтди. Аммо Мейер бу қонуниятнинг характери ва аҳамиятини ифодаловчи аниқроқ хулоса чиқара олмади.

Химиявий элементларни системага солиш соҳасида Менделеевдан илгари ўтган бошқа тадқиқотчилар тор бир классификацион мақсадларнигина кўзда тутиб, айрим элементларни уларнинг химиявий жиҳатдан ўхшашликлари асосида группаларга бўлишдан нарига ўтмади.

Д. И. Менделеев чуқур илмий ва назарий текширишлар асосида 1869 йилда табиатнинг муҳим қонуни — химиявий элементлар даврий қонунини кашф этди. Бу қонун асосида химиявий элементларнинг даврий системасини яратди.

Даврий қонун ва даврий система ҳозирги замон химия фанининг асосидир. Д. И. Менделеев барча элементларни атом оғирликларининг ортиб бориши тартибида жойлаштириб, химиявий жиҳатдан ўхшаш элементлар муайян интервалларда учрашишини ва, шундай қилиб, маълум бир хоссаларнинг ўзи элементлар қаторида даврий равишда (бир неча элементлардан кейин) такрорланишини пайқади.

Даврий қонунни Менделеев қуйидагича таърифлади:
оддий жисмларнинг хоссалари, шунингдек, элементлар бирикмаларининг шакл ва хоссалари элементлар атом оғирликларига даврий равишда боғлиқдир.

Масалан, литий — бир валентли металл, сувни таркибий қисмларга шиддатли сураатда ажратиб, кучли ишқор ҳосил қилади. Литийдан кейин бериллий келади, у ҳам металл, аммо бериллийда металл хоссалар анча кучсиз ифодаланган, сувни таркибий қисмларга оддий температурада жуда суст ажратади, у икки валентли. Бериллийдан кейин бор туради, бор металлмаслик хоссалари кучсиз ифодаланган уч валентли элемент бўлиб, шу билан бирга, металлга хос баъзи хусусиятларни ҳам кучсиз намоён қилади. Қаторда бордан кейин углерод келади; у тўрт валентли металлмас элемент. Ундан кейинги элемент азот — металлмас хоссалари анча равшан ифодаланган, у ўзининг юқори оксиди — Na_2O_5 да беш валентли. Азотдан кейинги элемент кислород — типик металлмас. Ниҳоят, еттинчи элемент фтор — металлмаслар ичида энг актив, унинг кислород билан ҳосил қилган бирикмалари яқин вақтларгача номаълум эди.

Бу элементлар хоссаларининг қисқача обзорида кўриниб турибдики, литийда аниқ ифодаланган металл хоссалари бир элементдан иккинчисига ўтиш билан секин-аста заифлашиб, металлмас хоссалари кучайиб боради, металлмас хоссалари фторда энг юқори даражага етади. Шу билан бирга атом оғирликлари ортиб борган сари элементларнинг кислородга нисбатан валентлиги литийда бирдан бошлаб, ундан кейинги ҳар қайси элементда мунтазам сураатда битта ортиб боради.

Элементлар хоссаларининг ўзгариши худди шу тартибда да-

вом этаверганда фтордан кейин металлмас хоссалари янада кучлироқ элемент туриши керак эди. Аммо ҳақиқатда эса фтордан кейин келадиган элемент неон бўлиб, у бошқа элементлар билан бирикмайди, металл хоссаларини ҳам, металлмас хоссаларини ҳам намоён қилмайди, яъни у инерт газ.

Агар қолган барча элементлар хоссаларининг ўзгариши билан танишсак, улар ҳам, умуман олганда, юқорида айтиб ўтилган саккизта элементдаги каби эканлигини кўрамиз.

Шундай қилиб, химиявий элементлар атом оғирликларининг ортиб бориши билан шу элементларнинг хоссалари бир йўналишнинг ўзида узлуксиз ўзгаравермай, балки даврий равишда ўзгаради.

2-§. Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системаси. Д. И. Менделеев ўзи кашф этган даврий қонун асосида элементлар даврий системасини тузганлиги юқорида айтиб ўтилди. Бу система давр ва группаларга бўлинади. Даврлар еттита: учта кичик ва тўртта катта давр; кичик даврларга I, II ва III даврлар, катта даврларга IV, V, VI ва VII даврлар киради, еттинчи давр тугалланмаган. Ҳар қайси катта давр иккита горизонтал қатордан — жуфт ва тоқ қаторлардан иборат. Масалан, тўртинчи катта давр 4- жуфт ва 5- тоқ қаторлардан тузилган (форзацда берилган жадвалга қаранг).

I даврда иккита элемент (водород ва гелий), II ва III даврда 8 тадан элемент, IV ва V даврда 18 тадан элемент, VI даврда 32 та элемент бор. Бу даврда лантандан кейин хоссалари лантанга жуда ўхшаш бўлган 14 та элемент келади, улар *лантанидлар* дейилади. Лантанидлар жадвалнинг пастига жойлаштирилган. Лантан жойлашган катакка эса даврий жадвалда уларнинг ўрнини кўрсатадиган юлдузча қўйилган. VII даврда ҳозир 17 та элемент бўлиб, улардан 14 таси жадвалнинг пастига жойлашган, улар *актинидлардир*.

Ҳамма даврлар (биринчи даврдан ташқари) актив металл билан бошланиб, инерт газ билан тугайди. Ҳар қайси даврда атом массасининг ортиб бориши билан (чапдан ўнгга силжиган сари) элементларнинг химиявий хоссалари аста-секин ўзгариб боради; металл хоссалари сусайиб, металлмаслик хоссалари кучаяди. Даврларда бир элементдан иккинчи элементга ўтганда, энг актив металлмас (фтор ёки кислород)га нисбатан валентлик бир бирликка ортади. II ва III давр элементларида ҳам валентлик худди шундай ўзгаради.

Катта даврларда қўш даврийлик кузатилади: бир даврдан иккинчисига ўтганда хоссаларнинг маълум қонуният асосида ўзгаришидан ташқари, жуфт ва тоқ қаторлардаги элементларнинг хоссалари ҳам даврий равишда ўзгаради. Масалан, IV даврнинг жуфт қаторида жойлашган элементларнинг кислородга нисбатан энг юқори валентлиги бирдан (калийда) еттигача (марганецда) ортиб боради, кейин эса камаяди; VIII группа элемент-

ларидан баъзиларининг кислородга нисбатан юқори валентлиги олтига тенг.

Даврнинг жуфт қаторида бир элементдан иккинчисига ўтганда уларнинг металл хоссалари металлмаслик хоссаларига кескин ўтмайди. Жуфт қаторнинг бошланишида турган элементларнинг металл хоссалари анча кучли ифодаланган. IV даврнинг тоқ қаторидаги биринчи элемент — миснинг кислородга нисбатан валентлиги бирга ва иккига тенг. Мисдан кейин келадиган рухнинг кислородга нисбатан валентлиги иккига тенг. Тоқ қаторнинг қолган ҳамма элементларининг хоссалари кичик даврдаги мос элементлардаги каби ўзгаради: металл хоссалари аста-секин сусайиб, металлмаслик хоссалари кучайиб боради, шу сабабли бром типик металлмасдир.

Тоқ қатор, олдинги даврлар каби, инерт газ (криптон) билан тугайди. IV даврдаги скандийдан рухгача бўлган 10 та элементнинг кичик даврларда ўхшашлари йўқ. IV даврдаги бу элементлар кичик даврлардаги элементларда хоссаларнинг аста-секин ўзгариб бориш тартибини бузади ва шунга кўра кичик даврларда бир элементдан иккинчи элементга ўтганда элементларнинг химиявий хоссалари катта даврдагига қараганда анча кескин фарқ қилади. IV даврда скандийдан бошланиб рухгача бўлган (тартиб номери $L=21$ дан то $L=30$ гача элементлар *оралиқ* металллар жумласига киритилади.

Кейинги катта даврларда элементларнинг хоссалари юқоридаги даврлардаги каби ўзгаради. Даврий системада 8 та группа бўлиб, бир вақтлар (1962 йилга қадар) нолинчи группа ҳисобланган инерт газлар эндиликда VIII группанинг асосий группача элементлари деб қабул қилинган. Кичик давр элементлари типик элементлар бўлиб, уларни ўз ичига олувчи группачалар *асосий группачалар* дейилади. Оралиқ элементлар жойлашган группачалар эса қўшимча группачалар деб аталади.

Мисол тариқасида VII группани кўриб чиқамиз. Бу группанинг асосий группачасига типик элементлар — фтор ва хлор, шунингдек, тоқ қаторлар элементлари — бром, йод ва астат жойлашган. Қўшимча группачага оралиқ металллар — марганец, технеций ва рений киради.

Даврий системада типик металллар ва металлмаслар тегишлича I ва VII группаларнинг асосий группачаларида жойлашган. Қолган ҳамма элементлар уларда металл ёки металлмаслик хоссаларининг кучлилигига қараб, шартли равишда, металл ёки металлмаслар жумласига киритилади. Лекин, III группадаги бор, IV группадаги углерод ва кремний, V группадаги азот, фосфор, мышьяк, VI группадаги кислород, олтингургурт, селен, теллур, VII группадаги фтор, хлор, бром, йод, астат типик металлмаслардир.

Бир группада жойлашган элементларнинг (кислородга нисбатан) энг юқори валентлиги бир хил бўлиб, группа номерига тенг. Баъзи оралиқ металллар бундан мустасно. Масалан, I груп-

панинг асосий группачасида фақат бир валентли элементлар жойлашган, шу группанинг қўшимча группачасида эса элементларнинг энг юқори валентлиги учга тенг. VIII группа элементларида кислородга нисбатан энг юқори валентлик саккизга тенг бўлишини кутиш керак эди. Лекин улардан фақат иккитаси — рутений билан осмий ўзининг юқори оксидларида саккизга тенг валентлик намоён қилади, бу группадаги қолган элементларнинг кислородга нисбатан энг юқори валентлиги 4 дан 6 гача бўлади.

Элементларнинг водородга нисбатан валентлиги ҳам маълум қонуният асосида ўзгаради. IV группанинг асосий группачасидаги элементларнинг водородга нисбатан валентлиги энг юқори қийматга — тўртга тенг бўлиб, IV группадан ўнгга силжиган сари элементларнинг учувчан водородли бирикмаларидаги валентликлари бир бирликка камаяди; V—VII группа элементларида бу валентлик саккиз билан шу группа номерининг айирмасига тенг: V группада $8-5=3$, VI группада $8-6=2$, VII группада $8-7=1$.

Элементларнинг кислородга нисбатан валентлиги группанинг номерига тенг бўлганлигидан IV—VII группаларнинг асосий группачаларидаги элементларнинг *кислородга ҳамда водородга нисбатан валентликларининг йиғиндис* саккизга тенг. Демак, элементнинг кислородга нисбатан энг юқори валентлигини билган ҳолда унинг водородга нисбатан валентлигини ва аксинча, водородга нисбатан валентлигига қараб, кислородга нисбатан юқори валентлигини аниқлаш мумкин. Масалан, олтингургуртнинг кислородга нисбатан энг юқори валентлиги олтига тенг, демак, унинг водородга нисбатан валентлиги иккинга тенг бўлади.

Ҳар қайси группада бир группачада жойлашган элементларнинг хоссалари бир-бирига жуда ўхшаш бўлади. Ҳар қайси асосий группачада юқоридан пастга томон (атом массасининг ортиб бориши билан) элементларнинг металл хоссалари кучайиб, металлмаслик хоссалари заифлашиб боради.

Саккизинчи группадан бошқа группалардаги асосий группача элементлари билан қўшимча группача элементлари орасидаги фарқ жадвалнинг икки чеккасидаги группаларда энг аниқ ифодаланган. Масалан, биринчи группада асосий группачани литий, натрий, шунингдек, катта даврларнинг жуфт қаторларидаги элементлар — калий, рубидий ва цезий ташкил қилади.

Бу элементларнинг ҳаммаси кучли ишқорий металллар бўлиб, сувни шиддатли равишда парчалаб, водород ажратиб чиқаради ва кучли ишқорлар ҳосил қилади. Қўшимча группачани мис, кумуш ва олтин ташкил этади, бу элементлар асосий группачадаги элементларга унча ўхшамайди. Аксинча, еттинчи группада асосий группачани металлмаслар — фтор, хлор, бром ва йод ташкил этади, қўшимча группачада эса жуфт қаторлардаги элементлар — марганец, технеций ва рений туради, бу элементлар

да металл хоссалари металлмаслик хоссаларидан устун туради.

Менделеевнинг дастлабки жадвалида ҳам саккизта группа бор эди, лекин ўша вақтда аргон, гелий ва бошқа инерт газлар маълум эмас эди. Инерт газлар кашф этилгандан кейин улар учун янги группа ажратилди. Менделеев инерт газларни биринчи группа олдига жойлаштириб, бу группани *нолинчи группа* деб атади. Нолинчи группадаги элементлар бошқа элементлар билан мутлақо бирикмайди, яъни улар $g\bar{p}$ ноль валентликка эга. Аммо ҳозирги вақтда нолинчи группа жадвалнинг ўнг томонида саккизинчи группадан кейин жойлаштирилган. Даврий системани тузишда Д. И. Менделеев элементларни атом оғирликларининг ортиб бориши тартибида жойлаштириш принципини асос қилиб олди-ю, аммо бу принципдан учта жойда четга чиқди. Масалан, аргоннинг атом оғирлиги (39,948), калийнинг атом оғирлиги (39,102) дан катта бўлса ҳам, аргон калийдан олдинга қўйилди. Худди шунингдек, кобальт (атом оғирлиги 58,9332) никелдан (атом оғирлиги 58, 71) олдинга, теллур (атом оғирлиги 127,60) йоддан (атом оғирлиги 126, 9044) олдинга қўйилди. Д. И. Менделеев бу ерда элементларнинг хоссаларини асос қилиб олди. Бинобарин, Д. И. Менделеев атом оғирликларнинг аҳамияти ҳал қилувчи белги эмас деб билди ва жадвалда элементнинг ўрнини белгилашда шу элементнинг барча хоссаларига асосланди. Д. И. Менделеевнинг даврий системада элементларни мутлақо тўғри жойлаштирилганлигини ва бу жойлаштириш атомларнинг тузилишига мувофиқлигини сўнги вақтларда қилинган илмий текширишлар тасдиқлаб берди.

3-§. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг аҳамияти. Д. И. Менделеев кашф этган даврий қонун кўпгина элементларнинг нотўғри атом оғирликларини тузатишга ва уларнинг хоссаларини аниқлашга ёрдам берди. Даврий қонун ва даврий система асосида атомнинг тузилиш назарияси ривожлантирилмоқда. Даврий қонун асосида элементларнинг хоссалари ва атомнинг тузилиши орасидаги боғланишни, шунингдек, барча элементларнинг бир-бирига ўзаро боғланишини мукамал тушуниш мумкин бўлди. Радиоактив элементларнинг емирилиши, элементларнинг бир-бирига айланиши, сунъий элементларнинг ҳосил қилиниши каби процессларнинг ҳаммаси даврий қонунга асосланган. Бу қонун элементларнинг ўзаро боғланишини, материянинг тараққий этишини кўрсатади. Химия ва физика фанларини даврий қонунсиз тасаввур қилиб бўлмайди. Фаннинг бошқа соҳаларида ҳам бу қонуннинг аҳамияти фоят катта.

Даврий қонуннинг кашф этилишига Ф. Энгельс юқори баҳо берган. У Менделеев даврий қонунда миқдорнинг сифатга ўтиш қонунини тадбиқ этиб, илмий жасорат кўрсатди, деган эди. Д. И. Менделеев даврий қонунни кашф этган бўлса-да, элементлар ва улар бирикмаларининг хоссасидаги даврийликнинг са-

бабини — ички сирини очиб бера олмади. Бу нарса кейинроқ бориб, атомнинг тузилиши кашф этилгандан сўнггина ёритиб берилди.

III б о б

АТОМНИНГ ТУЗИЛИШИ

Илгариги вақтларда атом бўлинмас заррача, материянинг бўлинишидаги энг охирги чегара деган метафизикавий фикрлар ҳукм суриб келган эди. Ана шу фикрларга кўра, барча химиявий ўзгаришларда молекулалар атомларгача парчаланади, улардан янги молекулалар ҳосил бўлади, атомлар эса ўзгармай қолади. Химияда бундай қарашлар XIX асрнинг 80-йилларигача давом этиб келди.

Ўтган асрнинг 80-йилларида Ф. Энгельс бундай деб ёзган эди: «...атомлар асло оддий бир нарса эмас, умуман, модданинг бизга маълум бўлган энг майда заррачалари эмас... атомлар мураккаб таркибга эга...»¹.

Бу ҳақда рус олими А. М. Бутлеров «атомлар» деб аталадиган заррачалар ўз табиати жиҳатидан бўлинмайдиган заррачалар бўлмай, балки ҳозирда бизга маълум бўлган воситалар билангина ажратиб бўлмайдиган заррачалардир ва кейин бориб кашф этиладиган процессларда уларни бўлиш мумкин бўлар, деган фикрни баён этди. XIX асрнинг охирида катодий нурлар, анодий нурлар, рентген нурлари, нурланишнинг квант назарияси, радиоактивлик ҳодисаси каби бир неча кашфиётлар қилиниб, бу кашфиётлар атомнинг мураккаб тузилганлигини кўрсатади.

1-§. Катодий нурлар. Ичидаги ҳавоси сўриб олинган найнинг бир учига катод, иккинчи учига эса анод кавшарланиб, улар орқали катта кучланишли ток ўтказилса, (ҳаво босими 0,01 мм сммоб устуни босимидан кам бўлганда) катоддан анодга томон кўзга кўринмас нурлар ўта бошлайди. Бу нурлар *катодий нурлар* деб, бундай най эса *катодий най* дейилади. Катодий нурлар йўлига осон ҳаракатланувчи жисмлар қўйилса, улар ҳаракатга келади, бу нурлар магнитавий ва электрик майдонларда йўналишидан оғади.

Катодий нурлар манфий зарядли ва катта тезлик билан ҳаракатланувчи жуда майда заррачалар — электронлар оқими эканлиги аниқланди. Электроннинг массаси 0,0055 кислород бирлигига тенглиги маълум бўлди, бу эса водород атоми массасининг 1/1840 қисмига тенг.

Электроннинг заряди энг кичик электр заряди бўлиб, электроннинг бундан кичик заряди мавжуд эмас, электронлар катоддан электр заряди таъсирида отилиб чиқади.

Электронлар барча моддалардан ажралиб чиқа олади, бинобарин, электронлар барча атомлар таркибига киради. Бундан,

¹ Ф. Энгельс. «Табиат диалектикаси», 216-бет. Госполитиздат, 1955 й.

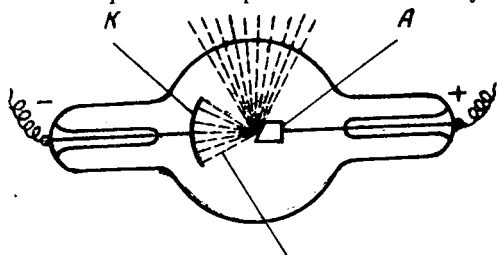
атомлар жуда майда заррачалардан тузилган мураккаб заррачадир, деган хулоса келиб чиқади.

2-§. Анодий нурлар. Катодий найдаги сийракланган газнинг атомлари ёки молекулаларидан катодий нурлар ҳолида электронлар ажралиб чиқиб, атом ёки молекулаларнинг ўзи мусбат зарядли ионларга айланади; натижада кўзга кўринмас бошқа тур нурлар ҳосил бўлади. Бу нурлар битта ёки бир неча электронини йўқотган заррачалар оқими бўлиб, улар мусбат зарядлидир. Улар катод нурларга қарама-қарши ҳаракат қилади, яъни аноддан катодга томон боради ва *анодий нурлар* деб аталади.

3-§. Рентген нурлари. Катодий нурлар таъсирида шиша шуълаланади. Рентген ана шу ҳодисани текшириш натижасида, нурларнинг янги турини кашф этди ва уларни *X* нурлар деб атади. *X* нурлар кейинчалик, рентген шарафига, *рентген нурлари* деб аталадиган бўлди.

Рентген нурлари фотография пластинкасига таъсир этади ва кўпгина моддаларни шуълалантиради. Рентген нурлари металллардан, айниқса оғир металллардан ва бошқа жисмлардан ўта олади.

Рентген нурлари манбаи сифатида катодий нурлар таъсир этадиган ҳар қандай қаттиқ жисм, асосан, вольфрам, платина каби оғир металллар ишлатилиши мумкин.



1- расм. Рентген найининг схемаси.

Рентген нурлари ҳосил қилиш мақсадида махсус найлар — рентген найлари ишлатилади (1-расм). Бу найларда катодий нурлар металл пластинкага — *антикатодга* юборилади. Пластика катоддан чиқувчи тез учар заррачалар (электронлар) зарби таъсирида рентген

нурлари чиқара бошлайди. Рентген нурлари, катодий нурларнинг аксича, магнитавий майдонда ҳам, электрик майдонда ҳам оғмайди. Бинобарин, рентген нурлари зарядсиз заррачалардир.

Рентген нурлари газларни ионлантириш хусусиятига ҳам эга. Рентген нурлари ўтган газ электр ўтказувчан бўлиб қолади. Бунинг сабаби газда ионлар (катион ва анионлар) ҳосил бўлиши, яъни газнинг ионланишидир. Ионлар ҳосил бўлиши ҳам атомларда электронлар борлигини — атомларнинг мураккаб заррачалар эканлигини исботловчи яна бир далилдир.

Рентген нурлари нима? Бу саволга физиклар рентген нурлари худди кўзга кўринадиган ёруғлик нурлари каби, электромагнит тўлқинлардан иборат, аммо уларнинг тўлқин узунлиги жуда кичик, деган жавоб бердилар. Рентген нурларининг спектрларини текшириш атомларнинг тузилиши тўғрисидаги таълимотни ривожлантиришда жуда муҳим роль ўйнади.

41- §. Радиоактивлик ҳодисаси. 1896 йилда А. Беккерель уран бирикмаларининг кўзга кўринмас нурлар чиқаришини ва бу нурлар қора қоғоз ичидаги фотопластинкага таъсир этишини аниқлади. 1898 йилда Мария Кюри — Складовская билан Пьер Кюри уран рудасида радий ва полоний элементларини топдилар ва уларнинг шиддатли равишда нурлар чиқаришини аниқладилар. Улар даврий системанинг VI давридаги торий ва актиний ҳам нурлар чиқариш хоссасига эга эканлигини топдилар. Бу ҳодиса, яъни элементларнинг ўз-ўзидан нурлар чиқариш ҳодисаси *радиоактивлик ҳодисаси* деб аталади; ўз-ўзидан нур чиқарувчи элементлар эса *радиоактив элементлар* деб аталади.

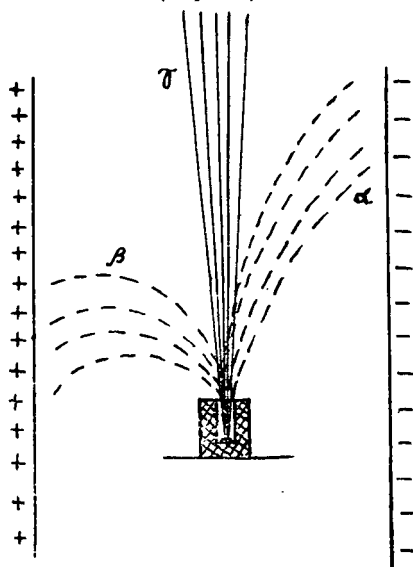
Радиоактивлик ҳодисаси атомнинг тузилишига онд таълимотнинг янада ривожланишига асос бўлди.

5- §. Радиоактив элементларнинг емирилиш процесси. Радиоактив элементлардан уч хил нур чиқади. Қўрғошин бу нурларни ўтказмайди. Ана шундан фойдаланиб, радиоактив элементлардан нур чиқишини аниқлаш мумкин. Бунинг учун юқорисидан кичкина тешик қўйилган қўрғошин идишга радиоактив препарат солиниб, идишнинг тешигига қора қоғозга ўралган фотография пластинкаси тутилади. Шундан кейин фотопластинкада учта доғ ҳосил бўлганлигини кўриш мумкин. Бу доғлар радиоактив препаратдан уч хил нур чиққанлигини кўрсатади.

Бу нурларнинг бири электр майдонида манфий қутб томон бурилади ва α -нурлар деб аталади, иккинчиси электр майдонида мусбат қутб томон бурилади ва β -нурлар дейилади, нурларнинг учинчисига эса электр майдон таъсир этмайди, шунинг учун ўз йўналишини ўзгартирмайди ва γ -нурлар деб аталади (2- расм).

Биринчи хил— α -нурлар мусбат 2 зарядли заррачалар бўлиб, массаси 4 кислород бирлигига тенг. Бу эса α -нурларнинг гелий ионлари эканлигини кўрсатади. α -зарралар моддаларга бошқа заррачалардан кўра осонроқ ютилади. α -нурларнинг тезлиги 15 000 км/сек дан 30 000 км/сек гача етади. Уларнинг ионланиш хусусияти кучли. α -нурлар турли элементларнинг атомларидан электронни уриб чиқариб, уларни ионлантиради ва ҳар бир α -заррача ўзига иккита электрон бириктириб олиб, гелийнинг нейтрал атомига айланади.

Иккинчи хил нурлар — β -нурлар катод нурлари каби электронлардан иборат, шунинг учун улар электр майдонида



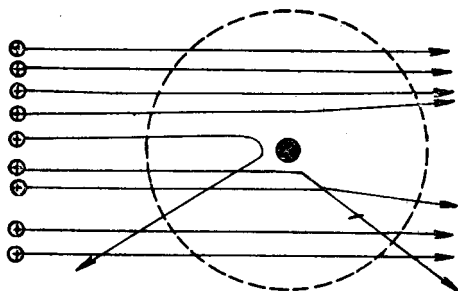
2- расм.

мусбат қутбга томон бурилади. Бу нурларнинг тезлиги ва энергияси турлича бўлиб, 300 минг км/сек га яқин. β - нурларнинг моддалардан ўтиш хусусияти α -заррачаларникидан юқори, аммо энергияси уларникидан кичикроқ.

Учинчи хил нурлар — γ -нурлар зарядсиз заррачалар бўлиб, тўлқин узунлиги рентген нурлариникидан ҳам кичик, бинобарин, турли моддалардан ўтиш хусусияти рентген нурлариникидан юқори. Радиоактив нурланиш процесси натижасида радиоактив элементларнинг атомлари ҳамиша емирилиб, бошқа элементга айланиб туради. Масалан, радий α -нурлар чиқариб, радонга айланади. Шундай қилиб, радиоактив емирилиш процесси ҳам атомнинг мураккаб тузилганлигидан далолат беради.

6-§. Атом ядроси. Катодий нурларнинг электронлар оқимидан иборат эканлиги аниқлангандан ва электроннинг заряди билан массаси ҳисоблаб топилгандан кейин атомнинг тузилиши ўрганила бошлади.

Хилма-хил моддалардан электронлар ажралиб чиқиши электронларнинг барча атомлар таркибига киришини кўрсатди. Аммо атом, умуман олганда, электр жиҳатидан нейтрал бўлганлиги учун унда мусбат зарядли бошқа бир қисм бўлиши ва унинг заряди шу атомдаги барча электронлар зарядлари йиғиндисига тенг бўлиши керак, деган фикр туғилди.



3-расм. α -заррачаларнинг атом ичидан ўтиши

Атомнинг мусбат ва манфий зарядли заррачалари бири-бирига нисбатан қандай жойлашганлигини инглиз физиги Резерфорд қуйдагича тажриба ўтказиб аниқлади: у юпқа металл пластинкага жуда катта энергияли α -заррачалар тутамини юборди, бунда α -заррачаларнинг кўпчилиги пластинкадан ўтгач, тўғри йўлини ўзгартирмаганлигини, баъзиларининг турли қияликда бурилганлигини, жуда кам қисмининг эса орқа томонга қайтганлигини аниқлади (3-расм).

α -заррачаларнинг ўз йўлини ўзгартаришига ёки орқага қайтишига сабаб атомнинг бирор таркибий қисмининг қаршилиги бўлса керак, деган хулосага келинди. α -заррача мусбат зарядли бўлганлигидан, унга мусбат зарядланган заррачагина қаршилик кўрсата олиши мумкин. Атомда мусбат зарядли заррачалар атом бўйлаб бир текис тарқалганда эди, улар катта энергияли α -заррачаларга сезиларли қаршилик кўрсата олмас эди. Демак, атомдаги мусбат зарядли заррачалар ғуж бўлиб жойлашган. α -заррачаларнинг жуда кам қисмигина ўз йўлини ўзгартариши мусбат зарядли заррачалар тўплами ҳажмининг жуда кичик эканлигини кўрсатади. Мусбат заряд-

мадан ўтказилса, шу элементнинг рентген спектри ҳосил бўлади. Рентген спектри бир қанча (K, L, M) сериядан иборат бўлиб, ҳар қайси серия маълум қонун билан жойлашган бир қанча спектр чизиқларини ўз ичига олади. Мозли элементлар рентген спектрларининг такрорийлиги γ (ёки тўлқин узунлиги) элемент тартиб номерининг ўзгариши билан мунтазам равишда ўзгаришини кузатди (4-расм). Бу расмда 36-элемент қолдириб кетилганлиги кўриниб турибди. Мозли топган қонун қуйидагича таърифланади:

Элементлар рентген спектрларининг тескари қийматидан чиқарилган иккинчи даражали илдиз шу элементлар тартиб номерининг ўзгариши билан тўғри чизиқ қонунини асосида ўзгаради.

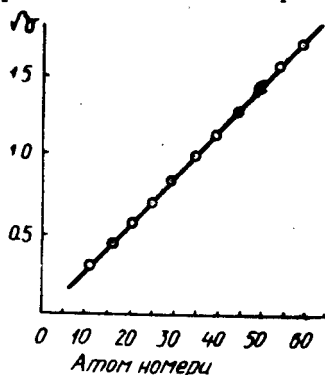
Бу қонуннинг математикавий ифодаси:

$$\sqrt{\gamma} = A (z - b)$$

бунда z — элементнинг тартиб номери, A, b — ҳар хил серия чизиқлар учун ҳар хил бўлган ўзгармас сонлар.

Абсциссалар ўқига элементларнинг тартиб номери ва ординатлар ўқига $\sqrt{\gamma}$ қийматлари қўйилса, тўғри чизиқ ҳосил бўлади (5-расм).

Мозлининг бу қонуни, бир томондан, элементнинг тартиб номерини аниқ топишга имкон берса, иккинчи томондан, ядро заряди элементнинг тартиб номерига тенглигини кўрсатади.



5-расм. Мозли қонунининг график ифодаси.

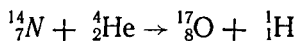
Д. И. Менделеевнинг даврий жадвалида элементлар атом ядролари зарядларининг тартиб бориши тартибида жойлаштирилган. Бу жадвалга қараб, элементлар атом ядроларининг заряди қийматини, заряди қийматига қараб эса электронлар сонини билиш мумкин. Масалан, олтингугурт S нинг жадвалдаги тартиб номери 16 га тенг, демак, унинг ядросида 16 та мусбат заряд бор. Ядро атрофида эса 16 та электрон айланади.

Элемент атоми ядросининг мусбат зарядлари сони ҳам, электронлар сони ҳам бир элементдан навбатдаги элементга ўтишда бир бир-

лик ортади. Демак, бу ерда миқдор ўзгаришлари сифат ўзгаришларга олиб боради.

Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий қонуни ҳозирги вақтда қуйидагича таърифланади: *элементларнинг хоссалари улар атом ядроси зарядларининг катталигига даврий равишда боғлиқдир.*

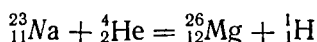
8- §. Сунъий радиоактивлик. Атом ядросининг таркиби. Изотопия ҳодисаси. Э. Резефорд атом ядросини сунъий йўл билан парчалаш тажрибасида жаҳонда биринчи бўлиб α -заррачаларнинг ғоят катта кинетикавий энергиясидан фойдаланди. У α -заррачалар билан азот атомларини бомбардимон қилди, бунинг натижасида азот атоми ўзгариб, бошқа хил ядрога айланди. Атом ядроларининг бундай ўзгариш процесси *ядро реакцияси* деб аталади. Масалан, азот атомлари α -заррачалар билан бомбардимон қилинганда қуйидаги ядро реакцияси содир бўлади:



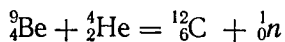
Ядро реакциясида заррачалар зарядларининг ва массаларининг йиғиндиси ўзгармайди. Шунинг учун элемент символларининг теппасига ёзилган индекслар йиғиндиси ҳам, пастки ёнига ёзилган индекслар йиғиндиси ҳам ядро реакцияси тенгламасининг иккала томонида бир хил бўлиши керак.

Юқорида келтирилган ядро реакцияси тенгламасидан кўриниб турибдики, азот атоми ядроси $^{14}_7\text{N}$ α — заррача билан (гелий атоми ядроси билан) тўқнашганда уни ютади. Ҳосил бўлган беқарор атом ядроси «таркибий ядро» мусбат зарядланган заррача — протон ^1_1H чиқаради, бунда кислород изотопи $^{17}_8\text{O}$ га айланади. Демак, бу процесс натижасида азот ва гелий атомларининг ядроларидан янги элементлар — кислород билан водород атомларининг ядролари ҳосил бўлади.

Ҳозирги вақтда бир элементни сунъий йўл билан бошқа элементга айлантириш мумкинлиги аниқланган. Масалан, натрий атоми $^{23}_{11}\text{Na}$ α — заррачалар (гелий атоми ядроси ^4_2He) билан бомбардимон қилинганда магний изотопи $^{26}_{12}\text{Mg}$ ва протон ^1_1H ҳосил бўлади:



Бериллий элементи α -заррачалар билан бомбардимон қилинганда, ундан чиқадиған нурларнинг моддалардан ўтиш хусусияти жуда юқори эканлиги аниқланди. Ана шу нурлар электр жиҳатдан нейтрал заррачалар оқимидан иборат бўлиб, *нейтронлар* деб аталади ва « n » ҳарфи билан ишораланади. Масалан, бериллий атоми ядросининг нейтронлар чиқариш процессини қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



Д. Д. Иваненко назариясига мувофиқ, атом ядроси протон ва нейтронлардан иборат бўлиб, нейтроннинг массаси тахминан протоннинг массасига тенг. Протон ва нейтронлар *нуклонлар* деб аталади. Енгил элементлар ядроларида уларнинг бирига нисбати 1 : 1 бўлади, лекин элементларнинг тартиб номери ошган сари нейтронлар сони кўпайиб боради ва оғир элементларда нейтронларнинг протонларга нисбати 1,6 : 1 га етади.

Шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, электрон протондан 1840 марта енгил бўлганлиги учун элемент атомида электронлар оғирлигини назарга олмаслик мумкин; у ҳолда атомнинг оғирлиги ядронинг оғирлигига тенг бўлади (яъни атомнинг ҳамма массаси ядрога тўпланган дейиш мумкин). Ядронинг оғирлиги эса протонлар массаси билан нейтронлар массасининг йиғиндисига тенг. Бу заррачаларнинг ҳар бири массаси углерод бирлигига тенг. Шу сабабли элементларнинг атом массаси доим бутун сон билан ифодаланади. Ана шу сон айни элемент изотопининг *масса сони* деб аталади.

Нейтронлар сони *A*, ядронинг масса сони *B* ва элементнинг тартиб номери *B* орасида қуйидагича боғланиш бор,

$$A = B - B$$

Масалан, магний атоми ядросининг масса сони $B = 24$, тартиб номери $B = 12$, демак, магний атомининг ядросида

$$A = B - B = 24 - 12 = 12 \text{ та}$$

нейтрон бор.

Енгил элементларнинг масса сони элементнинг тартиб номеридан тахминан икки марта катта, яъни нейтронлар сони протонлар сонига деярли тенг. Тартиб номери ортиб бориши билан нейтронлар сони билан протонлар сони орасидаги фарқ ҳам ортиб боради.

Текширишлардан маълум бўлишича, бир элемент атомларининг массаси турлича бўлиши ҳам мумкин. Масалан, хлор элементи массаси 35 ва 37 бўлган атомлар аралашмасидан иборат бўлиб, ўртача атом массаси 35,453 га тенг. Бу икки хил хлор атомларининг ядросида протонлар сони бир хил, аммо нейтронлар сони ҳар хилдир.

Бир элементнинг ядро зарядлари бир хил, аммо масса сонлари турлича бўлган атомлари ўша элементнинг *изотоплари* дейилади; айни элементнинг ҳамма изотоплари даврий жадвалда бир жойнинг ўзида жойлашади. Ҳар бир изотоп икки катталик: масса сони ва элементнинг тартиб номери билан характерланади. Масса сони изотоп белгисининг чап томони юқорисига, тартиб номери эса чап томони пастига ёзилади. Масалан, кислороднинг масса сонлари 16, 17, 18 бўлган изотоплари қуйидагича ишораланади: $^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$, $^{18}_8\text{O}$. Аргоннинг $^{36}_{18}\text{Ar}$, $^{38}_{18}\text{Ar}$, $^{40}_{18}\text{Ar}$. Калийнинг $^{39}_{19}\text{K}$, $^{40}_{19}\text{K}$, $^{41}_{19}\text{K}$ изотоплари бор.

Табиатдаги элементлар ўз изотопларининг аралашмаси бўлиб, уларнинг даврий жадвалда келтирилган атом массалари барча изотоплари масса сонларининг ўртача қийматидир. Масалан, табиатдаги хлорнинг 75,4% и масса сони 35 бўлган ва 24,6% масса сони 37 бўлган изотопидан иборат.

Ҳар хил элементларнинг масса сони бир хил, аммо ядро зарядлари ҳар хил бўлган атомлари *изобарлар* дейилади.

Изотоп ва изобар ҳодисалари элемент химиявий хоссаларининг атом массасига эмас, балки ядронинг зарядига боғлиқ эканлигини кўрсатади.

9-§. Квантлар назариясидан қисқача маълумот. Квантлар назариясига кўра, энергия узлуксиз равишда эмас, балки майда-майда бўлаклар — квантлар тарзида чиқади ва ютилади. Бу назарияни М. Планк 1900 йилда таклиф этди. Ажралиб чиқадиган ҳар бир квантнинг қиймати нур тўлқинининг бир секунддаги тебранишлар сонига боғлиқ. Тебранувчи ҳар қандай система энергияни фақат квантлар ҳолида чиқаради ёки ютади. Ҳар қайси квантнинг миқдори қуйидаги Планк тенгламаси билан ҳисобланади:

$$\varepsilon = h \cdot \gamma$$

бу ерда: ε — энергия кванти, h — Планк константаси $= 6,624 \cdot 10^{-27}$ эрг. сек; $6,624 \cdot 10^{-34}$ жоуль/сек; γ — тебраниш частотаси ($\gamma = \frac{C}{\lambda}$; C — ёруғлик тезлиги; λ — тўлқин узунлиги).

М. Планк назариясидан келиб чиққан хулосалар тажрибада топилган натижаларга тўла мувофиқ келди. Планк тенгламаси асосида спектрдаги ҳар қайси чизиққа мувофиқ келадиган ёруғлик энергиясининг квантини ҳисоблаб топиш мумкин. Масалан, водород спектрининг H_2 чизиги учун ε қуйидагича ҳисоблаб топилади:

$$\lambda = 6562,8 \text{ \AA} = 0,656 \cdot 10^{-4} \text{ см} \quad \gamma = \frac{C}{\lambda}$$

ёки

$$\gamma = \frac{2,9977 \cdot 10^{10}}{0,656 \cdot 10^{-4}} = 4,58 \cdot 10^{14} \text{ сек}^{-1}$$

$$\varepsilon = h \cdot \gamma = 6,624 \cdot 10^{-27} \cdot 4,58 \cdot 10^{14} = 3,03 \cdot 10^{-12} \text{ эрг.}$$

Машҳур олим А. Эйнштейн нурларнинг энг кичик улуши — квантини фотон деб атади. Бир фотон $h \cdot \gamma$ га тенг.

10-§. Бор назарияси. Атомнинг электроний қобиқлари. Машҳур физик Н. Бор 1913 йилда водород атомининг тузилиш назариясини яратди. Бу мақсад учун у Резерфорд ва Планк назарияларини асос қилиб олди.

Н. Бор назариясига кўра, электрон водород атомида ҳар қандай орбита бўйлаб эмас, балки фақат маълум радиусли квантланган орбита бўйлаб айланади. Бу орбита барқарор (стационар) ёки квант орбита дейилади, чунки электрон ана шу орбита бўйлаб ҳаракатланишида ўз энергиясини йўқотмайди ва энергия ютмайди. Атомга ташқаридан энергия берилса, электрон ядрога яқин орбитадан ядродан узоқ орбитага ўтади. Элек-

трон ядрога яқин орбитага ўтишида атом энергия чиқаради, ядродан узоқроқ орбитага ўтишида эса энергия ютади. Демак, электрон ядрога энг яқин биринчи орбитада турганда унинг энергия запаси энг оз бўлади. Электроннинг бу вазияти нормал вазият дейилади. Ядродан узоқ турган электроннинг энергия запаси кўп бўлади. Бу вазият юқори энергетик даража (қават) даги вазият дейилади. Бунда атом *ҳаяжонланган* ҳолатда бўлади.

Кейинчалик ўтказилган текширишлар фотон маълум огирликка эга эканлигини кўрсатди. Масалан, нур квантларининг, яъни фотонларнинг жисмларга босими ва металллардан электронлар чиқиши каби ҳодисалар нур энергиясининг материаллигидан далолат беради. Максвелл, П. Н. Лебедев, А. Г. Столетов тажрибаларида нур босими мавжудлиги ва уни ўлчаш мумкинлиги исботланди. Модданинг ҳам, нурнинг ҳам материаллиги уларнинг умумий хоссаларидир, яъни нур ҳам моддага ўхшаш материянинг бир шаклидир, у ҳам массага, ҳам энергияга эга, лекин модда билан бир-биридан фарқ қилади. Нур фақат ҳаракатдагина мавжуд, ҳаракатсиз ҳолда унинг массаси нолга тенг бўлади. Нур энергияси билан массаси орасидаги боғланиш Эйнштейн тенгламаси $E = m \cdot c^2$ билан ифодаланади ва нур энергияси унинг массасига тўғри пропорционаллигини кўрсатади. А. Эйнштейн бу қонуният фақат нурга эмас, материянинг бошқа шакллариغا ҳам тааллуқлигини исботлаб берди. Демак, тезлик ортганда ҳаракатдаги жисмнинг массаси ҳам катталашади. Нур, яъни фотонлар ҳамиша ҳаракатда бўлганлигидан уларнинг тинч массаси бўлмайди. Материянинг бу шакллари майдон деб ҳам аталади. Модда микрозаррачалардан иборат бўлгани каби, майдон микромайдонлардан, масалан, нур фотонлардан иборат. Нур ҳам узлукли, ҳам узлуксиздир. Унинг узлуксизлигини тўлқин табиати кўрсатса, узлуклилигини квант табиати кўрсатади. Олимлар чизиқ-чизиқ спектрларнинг ҳосил бўлиши атомда электронларнинг нур тарзидаги тебранма ҳаракатидан келиб чиқади, деган хулосага келдилар.

Нурланиш частотаси қанча катта бўлса, яъни тўлқин узунлиги қанча кичик бўлса, энергия кванти шунча катта бўлади. Юқорида айтилганидек, энг катта энергияли нурлар γ -нурлардир.

Бор назариясининг иккинчи постулатига мувофиқ, электрон бир орбитадан иккинчи орбитага ўтишида атом ёруғлигининг бир квантига тенг энергия чиқаради ёки ютади ва бу квантнинг катталиги ана шу орбиталарнинг энергиялари айирмасига тенг:

$$E_1 - E_2 = h \cdot \nu$$

бу ерда: E_1 ва E_2 — атомнинг дастлабки ва охириги вазиятларидаги энергиялар.

Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий жадвалида водород биринчи ўринда туради, водород, ядросининг заряди $+1$ бўлиб,

ядро атропофиди 1 та электрои айланади. Нильс Бор водород атомида электрои доиравий орбита бўйлаб айланади, деган фикрни айтиди ва ўзининг назарий ҳисобларига асосланиб, бу электрои мувофиқ келадиган бир неча орбита бор, бу орбиталарнинг радиуслари кетма-кет сонлар квадратларининг қуйидагича нисбати каби нисбатда бўлади, деган фикрни майдонга ташлади:

$$r_1:r_2:r_3:r_4:\dots:r_n = 1^2:2^2:3^2:4^2:\dots:n^2$$

Водород атомининг электрои ядрога энг яқин K орбитада турса, яъни $n=1$ бўлса, у электрои ядрога энг мустақкам боғланиб туради; водород атомида бу қаватнинг радиуси $0,53 \text{ \AA}$ га тенг. Водород электрои $n=2$ радиусли орбитада турса, унинг энергия запаси ортиқроқ бўлади ва ҳоказо. n сони бош квант сони деб аталади ва электроининг энергетик қаватини кўрсатади. n нинг ҳар қайси сон қийматига мувофиқ келадиган энергетик қаватлар K, L, M, N, O, P, Q ҳарфлар билан ифодаланади.

Бош квант сон	1	2	3	4	5	6	7
n							
Қаватнинг ҳар- фий белгиси	K	L	M	N	O	P	Q

Бор назариясига мувофиқ, атом спектрларининг келиб чиқиш сабаби электронларнинг бир орбитадан иккинчи орбитага ўтишига боғлиқ. Борнинг атом тузилиш назарияси спектрдаги чизиқларнинг ҳосил бўлиш ва жойлашиш қонуниятларини яхши изоҳлаб берди. Бироқ спектрларни синчиклаб текшириш уларнинг янада мураккаброқ тузилганлигини кўрсатди. Агар ёруғлик манбаи электр ёки магнит майдонига киритилса, спектрдаги чизиқларнинг ҳар қайсиси бир-бирига яқин жойлашган икки чизиққа (дублетларга) ажралади. Бу дублетлар ҳам бир-бирига жуда яқин жойлашган бир қанча чизиқлардан (йўлдошлардан) иборатлиги тасдиқланди.

Бор назарияси спектрдаги бу мураккабликни изоҳлаб бера олмади. Шундан сўнг, Бор назариясини такомиллаштиришга ҳаракат қилинди. Бу назарияга биринчи ўзгаришларни Зоммерфельд киритди. Зоммерфельд фикрича, электронлар фақат доиравий орбита бўйлаб эмас, балки квант шартига кўра, эллипслар бўйлаб ҳам ҳаракат қилиши мумкин. Аммо бу тахмин ҳам тажрибадаги ҳамма кузатишларни тўла изоҳлаб бера олмади.

Ҳозирги замон тасаввурларига кўра, электронлар ядро атропофиди бир неча қават ҳосил қилиб жойлашади. Бу қаватлар бир-биридан бош квант сони қиймати билан фарқ қилади. $n=1$ бўлса юқорида айтилганидек, қават K билан, $n=2$ бўлганда қават L билан, $n=3$ бўлганда қават M билан белгиланади ва ҳоказо. Бир қаватдаги электронлар айрим орбиталарда айланади, орбиталар фазода бир-бирига нисбатан бурчаклар ҳосил қилиб ён-

дашган, дейиш мумкин. Қаватдаги электронларнинг максимал сони қуйидаги формуладан ҳисоблаб топилади:

$$N = 2 \cdot n^2$$

Масалан, K қаватдаги электронларнинг максимал сони $N = 2 \cdot 1^2 = 2$, L қаватдаги электронларнинг максимал сони — 8, M қаватдаги электронларнинг максимал сони — 18, N қаватдаги электронларнинг максимал сони эса 32 га тенг.

Атомдаги энергетик поғоналар (электрон қаватлар) сони элемент жойлашган давр номерига тенг. Масалан, биринчи давр элементларида битта, иккинчи давр элементларида иккита поғона бўлади ва ҳоказо.

Химиявий реакцияларда реакцияга киришувчи элементларнинг атомлари сиртқи қаватининг, баъзан эса сиртдан иккинчи қаватининг бир ёки бир неча электронини бошқа элемент атомларига бериши ёки улардан электронлар бириктириб олиши мумкин. Бунда электронлар берган атомлар мусбат зарядли, электронларни бириктириб олган атомлар эса манфий зарядли ионларга айланади. Берилган ёки бириктириб олинган электронлар сони элементларнинг валентлигини кўрсатади. Электронлар берган элементлар мусбат, электронлар бириктириб олган элементлар эса манфий валентли бўлади.

Ҳар қайси қаватдаги электронлар яна s , p , d , f поғоначаларга тақсимланади, s поғоначада максимум 2, p поғоначада максимум 6, d поғоначада максимум 10, f поғоначада эса максимум 14 та электрон бўлиши мумкин. s электронлар ядро билан энг пухта боғланган электронлардир; p электронлар ядро билан s электронларга қараганда заифроқ, лекин бошқаларидан кўра кучлироқ боғланган. d электронлар ядро билан s , p электронлардан кўра кучсизроқ боғланган. Ядро билан энг кучсиз боғланган электронлар f электронлардир.

Атомдаги электронларни аташда биринчи ўринга бош квант сони (қават), иккинчи ўринга эса қандай электрон эканлиги ёзилади. Масалан, $1s^2$ биринчи (K) қаватда s электронлардан иккита борлигини билдиради. У «бир эс икки» деб ўқилади.

Электронларнинг энергетик поғоналарга ва поғоначаларга қандай тақсимланганлигини кўрсатиш учун электрон формулалар («электрон конфигурация») деб аталадиган формулалардан фойдаланилади. Масалан, даврий жадвалда 11-катакда турган натрий elementi атомининг электрон формуласи $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ бўлади. Бу формула биринчи квант қаватда иккита s электрон ($1s^2$), иккинчисида иккита s электрон ($2s^2$) ва олтита p электрон ($2p^6$), учинчисида битта s электрон ($3s^1$) борлигини кўрсатади.

Атомларда электронлар маълум орбиталар бўйлаб айланади, деган иборада орбита сўзи шартли бўлиб, у атомнинг тузилишини тасаввур этиш осон бўлиш учунгина ишлатилади. Бундан буён ҳам «орбита» сўзидан шу мақсадда фойдаланилади. Ҳақиқатан эса электронлар турли энергетик поғоналарга — даражаларга жойланади.

Сўнгги текширишлар натижасида электроннинг энергия даражаси тўртта квантавий сон билан характерланиши аниқланди. Булар бош квантавий сон (n), ёнаки квантавий сон (l), магнит квантавий сон (m) ва спин квантавий сон (s) ларидир.

Ёнаки (орбитал) квантавий сон l — электрон орбитанинг, яъни «электрон булутнинг» шаклини кўрсатади. Ёнаки квантавий сон 0, 1, 2, 3, 4. $n - 1$ га тенг сонлар билан ифодаланади; демак, унинг сон қиймати 0 дан то $n - 1$ гача бўлиши мумкин, масалан, $n = 4$ бўлса $l = 0, l = 1, l = 2, l = 3$ бўлиши мумкин; l нинг қиймати рақамлар билан ёки юқорида кўрсатилганидек, масалан, $l = 0$ бўлса s , $l = 1$ бўлса p , $l = 2$ бўлса d , $l = 3$ бўлса f ва ҳоказо ҳарфлар билан ифодаланади.

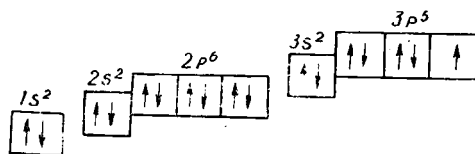
Магнит квантавий сони m орбитанинг фазодаги вазиятини, яъни маълум магнит майдонига нисбатан қандай бурчак билан ўрнашганини кўрсатади. l нинг маълум қиймати учун m нинг сон қиймати — l билан $+l$ ораллигидаги бир қанча қийматга эга бўлиши, масалан, $l = 2$ бўлса, m сони — 2, — 1, 0, + 1, + 2 қийматларга эга бўлиши мумкин.

Спин квантавий сони s . Электронлар ядро атрофида айланиши билан бирга ўз ўқи атрофида ҳам айланади. Бундай айланиш электрон спини деб аталади, спин квантавий сони электронларнинг қайси томонга (соат стрелкаси йўналишида ёки унга тескари йўналишда) айланишини кўрсатади. Спин квант сони ё мусбат ярим ($+1/2$) ёки манфий ярим ($-1/2$) бўлиши мумкин. Квант сонлар қиймати $h/2\pi$ билан ифодаланади. Бир атомда тўртала квант сонлари бир-бирига тенг бўлган икки электрон бўла олмайдди. Бу *Паулининг тақиқлик (монёблик) принципи* деб аталади.

Шундай қилиб, атом тузилишига Резерфорднинг планетар назариясини ва Планкнинг квант назариясини татбиқ этган Бор назарияси квантлар механикаси билан қўшилиб, такомиллашиб, электронларнинг атом ядроси атрофида тақсимланишини аниқлашга имкон яратди.

Электрон қаватлар кўпинча катаклар шаклида тасвирланади. Электронлар шу катаклар ичида стрелкалар билан кўрсатилади. Паули принципига мувофиқ, ҳар қайси катакда битта ёки иккита электрон бўлиши мумкин. Электрон иккита бўлганда уларнинг спинлари қарама-қарши бўлади. Бу ҳол стрелкаларнинг қарама-қарши йўналиши билан кўрсатилади. Мисол тариқасида, хлор атоми электрон қавати тузилишининг катаклар билан тасвирланишини келтириб ўтамиз:

Нурнинг корпускуляр табиатга эга эканлиги юқорида айтиб ўтилди. Квантлар назарияси нурнинг ютилиши ва чиқари-



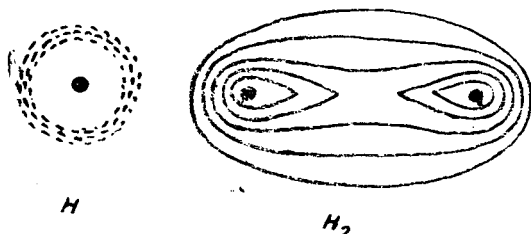
лиши билан боғлиқ бўлган процесслар сабабини тушунтира олди. Лекин нурнинг тарқалиши билан боғлиқ бўлган процессларни дифракция ва интерференция ҳодисалари тушунтириб бера олмади, бу процесслар нурнинг тўлқин табиатига эга эканлиги билан изоҳланди. Бу зиддиятни тўлқин механикаси ҳал қилди. Тўлқин механикаси назариясига кўра, нур бир вақтнинг ўзида ҳам корпускуляр табиатга, ҳам тўлқин табиатига эга¹.

Бу назарияни 1924 йилда француз олими Л. Де-Бройл биринчи бўлиб кашф этган бўлса-да, кейин бориб у Шредингер ва бошқа олимлар томонидан мукаммаллаштирилди ва Де-Бройл гипотезаси тўлқин механикасининг асосий қонуни бўлиб қолди. Ҳаракатдаги ҳар бир заррачанинг тезлиги — v , массаси — m , тўлқин узунлиги — λ орасидаги боғланиш Де-Бройл тенгламаси билан ифодаланади:

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

бу ерда: h — Планк константаси бўлиб, $6,6256 \cdot 10^{-34}$ ж.сек.га тенг.

Тўлқин механикаси назариясига мувофиқ бир вақтда ҳам электрон турган жойни, ҳам ҳаракат тезлигини аниқ белгилаб бўлмайди. Тўлқин механикаси электроннинг ядродан бирор узоқликда бўлиб туриш эҳтимоллигини характерлайди, холос. Ядро атрофидаги фазода электроннинг бўлиб туриш эҳтимоллигини акс эттирадиган манзарани қуюқ ва сийрак соҳаларга эга бўлган «булут» деб идрок қилиш мумкин. Шундай қилиб, орбитал тушунчаси электрон булутлари шаклида тасвирланади. Масалан, s электронлар булути сфера кўринишига, p электронлар булути эса қўшалоқ сфера («гантел») шаклига эга ва ҳоказо (6-расм).



6-расм. Электрон булутлар

11-§. Атом тузилиши билан даврий система орасидаги боғланиш. Энди элементларнинг атомларида энергетик қаватларнинг электронларга тўлиб бориши билан танишамиз. Атомнинг ҳар бир энергетик қаватида жойлашуви мумкин бўлган электронларнинг максимал со-

¹ Ҳозирги замон илмий-педагогик адабиётда «тўлқин механика» билан «квантавий механика» терминлари бир хил маънода ишлатилиб келмоқда.

ни юқорида айтиб ўтилганидек, $N' = 2n^2$ формула билан ифодаланади (бу формулада n — қават номери). Бинобарин, биринчи энергетик қаватда $N' = 2 \cdot 1^2 = 2$ дан ортиқ электрон бўла олмайди. Шу сабабли даврий системанинг биринчи элементи бўлган водородда битта электрон, даврий системанинг иккинчи элементи бўлган гелийда иккита электрон бўлади. Демак, водород атомининг электрон конфигурацияси $1s^1$ билан, гелий атомининг электрон конфигурацияси эса $1s^2$ билан ифодаланади. Водород атоми ядросининг заряди $+1$ га, гелий атоми ядросининг заряди эса $+2$ га тенг.

Даврий системанинг учинчи элементи (иккинчи даврнинг биринчи элементи) бўлган литий атомининг электрон конфигурацияси $1s^2 2s^1$ дир. Литий атомининг биринчи қаватида 2 та электрон бўлиб, у тугалланган қаватдир; литий атомидаги учинчи электрон иккинчи қаватда (L қаватда) бўлади. Бу қаватда жойлашуви мумкин бўлган электронлар сони $N' = 2 \cdot 2^2 = 8$. Демак, бу қават Li да тугалланмаган қават ҳисобланади. Литий атоми барқарор ҳолатга келиши учун еттита электрон қабул қилиб олиши ёки битта электронини бериши керак. Битта электрон бериш 7 та электрон қабул қилишга қараганда осон бўлгани учун литий атоми ана шу сиртқи қаватидаги битта электронини бериб, мусбат ионга айланади, бунда унинг K қавати сиртқи қават бўлиб қолади.

Даврий системанинг тўртинчи элементи (иккинчи даврнинг иккинчи элементи) бўлган бериллий атомининг электрон конфигурацияси $1s^2 2s^2$, бешинчи элементи бўлган бор атомининг электрон конфигурацияси $1s^2 2s^2 2p^1$, олтинчи элемент углерод атомининг электрон конфигурацияси эса $1s^2 2s^2 2p^2$, улардан кейин келадиган элементларга ўтишда атомнинг иккинчи қаватидаги электронлар сони биттадан ортиб боради ва иккинчи даврнинг охиридаги элемент — неон атомида p электронлар сони 6 га етади, бунинг натижасида 8 электронли тугалланган иккинчи қават ҳосил бўлади. Неон атомининг электрон конфигурацияси $1s^2 2s^2 2p^6$ тарзида ифодаланади.

Шундай қилиб, биринчи давр элементлари атомида битта, иккинчи давр элементлари атомида иккита, учинчи давр элементлари атомида учта электрон қават бўлади ва ҳоказо. Бинобарин, электрон қаватлар сони давр номерига тенг. Ҳар қайси даврда элементлар тартиб номерининг ортиши билан улар атомларининг радиуси катталашади, электронларнинг ядрога тортилиш кучи камайиб боради. Даврий системада чапдан ўнгга томон элементларнинг металл хоссалари сусайиб, металлмаслик хоссалари кучаяди.

Химиявий реакция вақтида учинчи давр элементлари M қаватидаги барча электронини берса, улар атомларининг электрон конфигурацияси неонникига ўхшаб қолади. Масалан, тартиб номери 11 ва атомининг электрон конфигурацияси $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ бўлган элемент натрийнинг атоми битта электрон берса, унинг K қаватида иккита ва L қаватида саккизта электрон қолиб, электрон конфигурацияси неон атомининг электрон конфигурацияси $1s^2 2s^2 2p^6$ га айланади.

Агар учинчи давр элементлари атомининг сиртқи қаватига электронлар қўшила борса, унинг электрон конфигурацияси аргон атомининг электрон конфигурациясига айланади.

Учинчи даврда чапдан ўнгга томон элементлар атомининг радиуси кичраяди ва унинг электрон қабул қилиш хусусияти кучайиб, электрон бериш хусусияти заифлашади.

Тўртинчи даврнинг биринчи элементи калий (тартиб номери 19), охириги элементи эса криптондир (унинг тартиб номери 36). Бу даврда ҳаммаси бўлиб 18 та элемент бор, улар икки қаторга жойлашган.

Калий элементи атомининг электрон конфигурацияси $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$, яъни калий атомининг K қаватида 2 та, L ва M қаватларида 8 тадан, N қаватида эса 1 та электрон бор. Калийдан кейинги элемент — кальций атомининг N қаватида 2 та электрон бор; ундан кейинги элемент — скандий атомининг электрон конфигурацияси кичик давр элементлари атомларининг электрон конфигурациясидан анча фарқ қилади. Скандий атомининг электрон конфигурацияси $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$ тарзида ифодаланади.

Скандийдан кейинги элементларнинг атомларида $3d$ поғонача электронлар билан тўлиб боради. Масалан, тартиб номери 22 бўлган элемент — титан атомининг электрон конфигурацияси $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ шаклида, ванадий атомининг электрон конфигурацияси $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$, хром атомининг электрон конфигурацияси $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ шаклида ифодаланади. Марганец атомида $4s$ поғоначадаги электронлар сони яна 2 га етади. Темир, кобальт ва никель атомларида $3d$ поғоначадаги электронлар сони темирдан никелга томон биттадан ортиб боради ва никелда 8 тага етади.

Тартиб номери 29 бўлган элемент (тўртинчи даврнинг 11-элементи) мис атомида $4s$ поғоначадаги икки электроннинг биттаси яна $3d$ поғоначага ўтади. Рух атомининг $4s$ поғоначасида электронлар сони яна 2 га етади ва унинг электрон конфигурацияси $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$ шаклида ифодаланади.

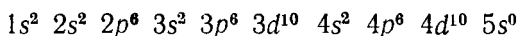
Тўртинчи даврнинг охириги элементи криптон атомининг электрон конфигурацияси $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$ тарзида ифодаланади. Демак, тўртинчи даврда $4s$ ва $4p$ поғоначаларгина эмас, балки $3d$ поғонача ҳам электронлар билан тўлади.

Даврий системада тартиб номерлари 21 дан 30 гача (скандийдан рухгача) бўлган элементлар (рух ҳам шунга киради) оралиқ металллар жумласига киради.

Оралиқ металллар даврий системада асосан учта қаторни ишғол қилади. Тўртинчи қаторда скандийдан рухгача бўлган металллар (Sc , Ti , V , Cr , Mn , Fe , Co , Ni , Cu , Zn), иккинчи қаторда иттрийдан (тартиб номери 39) кадмийгача (тартиб номери 48) бўлган металллар, учинчи қаторда лантандан (тартиб номери 57) симобгача (тартиб номери 89) бўлган металллар туради. Оралиқ металллар жумласига актиний (тартиб номери 89) ва курчатовий (тартиб номери 104) элементлари ҳам киради. Демак, оралиқ металллар сони 32 га тенг.

Бу металллар d элементлар деб ҳам аталади. Лантанидлар (тартиб номери 58 дан 71 гача бўлган элементлар) $4f$ элементлар дейилади. Актинидлар (тартиб номери 90 дан 103 гача бўлган элементлар) эса $5f$ элементлар деб аталади.

Бешинчи давр рубидийдан (тартиб номери 37) бошланиб, ксенон (тартиб номери 54) билан тугайди. Бу давр элементларида ҳам тўртинчи давр элементларидагига ўхшаш ҳодиса юз беради. $5s$ поғоначанинг энергияси $4d$ ва $4f$ поғоначалар энергиясидан кичик бўлганлиги сабабли рубидий ва стронций атомларида аввал $5s$ поғонача электронлар билан тўлади; иттрийдан бошлаб электронлар $4d$ поғоначада жойлашади. Ниобий атомида $5s$ поғоначадаги икки электроннинг биттаси $4d$ поғоначага ўтади; палладий атомида бу битта электрон ҳам $4d$ поғоначага ўтади; шунинг учун палладийнинг сиртқи поғоначасида электронлар бўлмайди. Палладий атомининг электрон конфигурацияси қуйидаги шаклда ифодаланади:



Кумушнинг $5s$ поғоначасида битта, кадмийникида иккита электрон бўлади. Индийдан бошлаб ксенонга қадар $5p$ поғонача электронлар билан тўлади. Бешинчи давр тугаса ҳам $4f$ поғонача бўшлигича қолади. Бу поғонача фақат бешинчи даврда (лантанидларнинг атомларида) тўла бошлайди.

Даврий системанинг еттинчи даври францийдан (тартиб номери 87) бошланади. Унинг Q қаватида бир электрон бўлади. Ундан кейинги элемент радийнинг Q қаватидаги электронлар сони иккига тенг.

Атомнинг тузилиши ҳақидаги тасаввурлар даврий қонуннинг физикавий моҳиятини очиб ташлади, элементларнинг хоссалари даврий равишда ўзгаришининг сабабини талқин қилишга имкон берди; элементларнинг даврий системада жойлашиши уларнинг химиявий хоссаларига боғлиқлиги аниқланди. Элементларнинг тартиб номери айни элемент атом ядросининг мусбат зарядига тенг. Шундан кейин даврий қонун қуйидагича таърифланди: *оддий моддаларнинг (элементларнинг) хоссалари, шунингдек, элементлар бирикмаларининг шакл ва хоссалари элементларнинг атом ядролари заряди билан даврий равишда боғлиқдир.* Даврий системада бир элементдан иккинчи элементга ўтишда атом ядросининг мусбат заряди ва электронлар сони биттадан ортади. Бош группача элементларида ортиб бораётган электронлар сиртқи поғонага жойлашади, ёнаки (қўшимча) группача элементларида эса сиртқидан олдинги поғонага жойлашади. Лантанидларда $4f$ поғоначалар, актинидларда $5f$ поғоначалар электронлар билан тўлиб боради.

Бир-бирига ўхшаш элементларнинг сиртқи ва сиртқидан олдинги қаватларида электронларнинг жойлашиши ҳам бир-бириникига ўхшаш бўлади. Элементлар хоссаларининг даврий равишда ўзгариши атомда электронларнинг кетма-кет жойлаши-

ши ва ҳар қайси қаватда маълум сондаги электронлар бўлишидан келиб чиқади.

Шундай қилиб, атомнинг тузилиши билан даврий система орасида муайян боғланиш бор экан.

12-§. Элементларнинг хоссалари билан шу элементлар атомларининг тузилиши орасидаги боғланиш. Асосий группа элементлари атомининг ядродан энг узоқда турган сиртқи қаватининг s ва p электронлари, шунингдек, қўшимча группача элементларининг сиртқи қаватдаги s -электронлари ва сиртқидан олдинги қаватнинг қисман d -электронлари *валент электронлар* дейилади, чунки улар химиявий реакция вақтида боғ ҳосил қилишда иштирок этади. Валент электронлар сони, одатда, асосий группачаларда шу элемент жойлашган группа номерига тенг бўлади. Қўшимча группача элементлари атомларининг сиртқи қаватида 1—3 та электрон жойлашган бўлиб, уларда валент электронларнинг бир қисми сиртқидан олдинги қаватга жойлашган бўлади.

Атомларнинг электрон йўқотиши ёки бириктириб олиши натижасида ҳосил бўладиган заррачалар *ионлар* дейилади. Атомлар электрон йўқотганда мусбат зарядли ионлар ҳосил бўлади; ядродаги мусбат зарядлар сони қолган электронларнинг манфий зарядлари йиғиндисидан кўп бўлади, бунда атом берган электронлар сонига тенг мусбат валентлик намоён қилади. Электронлар бириктириб олган атомлар, аксинча, манфий зарядли ионларга айланади, бунда атом нечта электрон бириктириб олган бўлса, шунча манфий валентли бўлади.

Кўпчилик металллар атомларининг сиртқи квант қаватида бир, икки ёки учта электрон, металлмаслар атомининг сиртқи қаватида эса тўрттадан еттитагача электрон бўлади. Фақат бор атомининг сиртқи қаватида учта электрон бор. Металл атомлари, одатда, электрон беради, металлмаслар атомлари эса электрон бириктириб олади.

Атомларнинг электрон бериши ёки бириктириб олиши вақтида энергия ютилади ёки ажралиб чиқади. Атомдан электронни ажратиб олиш ва уни ядро таъсир этадиган зонадан узоқлаштириш учун зарур бўлган энергия миқдори *ионланиш энергияси* дейилади. Турли элементларнинг ионланиш энергияси ҳар хил бўлади. Инерт газлар атомларининг ионланиш энергияси қиймати энг катта, ишқорий металллар атомлариники эса энг кичик.

Ионланиш энергиясининг катта-кичиклиги, асосан, ядро зарядига ва атом радиусига боғлиқ. Бу радиус энг сиртқи қаватдаги электрон қават билан ядро орасидаги масофага тенг. Атомнинг радиуси қанча катта бўлса, электрон ядрога шунча кучсиз тортилади ва ионланиш энергияси шунча кичик бўлади. Бинобарин, ионланиш энергияси элементнинг *металлик хоссалари ўлчови* бўлиши мумкин. Бунинг аксича, атомнинг электрон бириктириб олишида ажралиб чиқадиган энергия электронга мойил-

лик деб аталади ва элементнинг металлоидлик хоссалари ўлчо-
ви бўла олади.

Ионланиш энергияси ҳам, электронга мойиллик ҳам ккал/г атом (кж/г-атом) ҳисобида ўлчанади.

Ионланиш энергияси билан электронга мойилликнинг ариф-
метик йиғиндиси *электроманфийлик* деб аталади. Элементлар,
одатда, ана шу электроманфийлик билан характерланади. Ма-
салан, фтор атомининг ионланиш энергияси 415 ккал/г-атом-
га, электронга мойиллиги эса 95 ккал/г-атом га тенг; унинг
электроманфийлиги $415 + 95 = 510$ ккал/г-атом бўлади.

Элементнинг электроманфийлиги қанча катта бўлса, унинг
металлмаслик хоссалари шунча кучли, металл хоссалари эса
шунча кучсиз бўлади.

Умуман олганда, элементларнинг химиявий хоссалари улар
атомларининг электрон қаватлари тузилишига (электрон кон-
фигурациясига) боғлиқ. Атомларнинг электрон қаватлари бир
хил тузилган элементларнинг химиявий хоссалари бир-бирига
ўхшаш бўлади. Бундан шундай хулоса келиб чиқади: *элемент-
лар хоссаларининг даврий равишда такрорланиши ўхшаш элек-
трон конфигурациялар натижасида содир бўлади.*

Қуйида биринчи группа асосий группачаси элементлари атом-
ларининг электрон конфигурацияларини, ионланиш энергияла-
рининг ва атом радиусларининг қийматларини келтириб ўта-
миз (4- жадвал).

4- жадвал

Эле- мент	Электрон конфигурацияси	Ионланиш энергия- си, (ккал/г-атом)	Атом радиуси, (Å)
Li	$1s^2 2s^1$	123,5	1,57
Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	117,6	1,92
K	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$	99,2	2,36
Rb	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$	96,9	2,53
Cs	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^1$	89,9	2,74
Fr	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10}$ $4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^6 7s^1$	—	—

Элементларнинг атомларида ўхшаш электрон қаватлар бў-
лиши жадвалдан кўриниб турибди.

Бу группа элементлари атомларининг тузилиши бир-бири
билан таққосланганда, юқоридан пастга томон атомларда квант
қаватлар сони ортиб бориши ва атомларнинг радиуси каттала-
шиб, ионланиш энергияси кичрайишини кўриш мумкин. Li дан
Fr га томон атомларнинг электрон бериш хусусияти ортади, яъни
металлик хоссалари кучаяди. Металлмасларда ҳар қайси груп-
пачада элемент тартиб номерининг ортиб бориши билан атом

радиуси катталашиб, электронга мойиллиги камайиб боради. Шунга кўра, юқоридан пастга тушган сари элементларнинг металлмаслик хоссалари кучсизланиб боради. Бунга даврий система еттинчи группасининг асосий группачасидаги элементлар мисол бўла олади (5-жадвал).

5-жадвал

Элемент	Электрон конфигурацияси	Электронга мойиллиги, (ккал)	Атом радиуси, Å
F	$1s^2 2s^2 2p^5$	93	0,67
Cl	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	86	1,07
Br	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$	84	1,24
I	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 3d^{10} 5s^2 5p^5$	76	1,36
At	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^5$	—	—

Ҳар қайси давр атомида янги квант қавати пайдо бўладиган элемент билан бошланади. Демак, даврнинг номери шу даврдаги ҳар қандай элемент атомининг электрони атрофида нечта квант қават борлигини кўрсатар экан.

Атом ядроси заряди ортиши билан электронлар ядрога кучлироқ тортилади, натижада атомларнинг радиуси, одатда, кичраяди.

Масалан, литий атомининг радиуси $1,57 \text{ Å}$; ундан кейин келадиган бериллий атомининг радиуси $1,13 \text{ Å}$. Атом ядроси зарядининг ортиши шу даврдаги элементлар ионланиш энергиясининг ортишига сабаб бўлади. Даврда элемент тартиб номерининг ортиши билан унинг металллик хоссалари сусаяди. Даврнинг охирига яқин жойлашган элементларда чапдан ўнгга ўтган сари элементларнинг электронга мойиллиги ортиб, металлмаслик хоссалари кучайиб боради. Шундай қилиб, элемент даврнинг бошига қанча яқин турса, унинг атоми электронларини шунча осон йўқотади ва, демак, металллик хоссаларини шунча кучли намоён қилади.

Энг актив металлмас элемент давр охирининг чап томонидаги элементдир. Ҳар қайси даврнинг охирига инерт газ жойлашган, бу газ атомининг сиртқи квант қавати барқарор электрон конфигурациясига эга. Инерт газларнинг атомлари электрон бермайди ва бириктириб олмайди ҳам, шунинг учун улар металл ҳам эмас, металлмас ҳам эмас.

Оралиқ металлларда ядро заряди ортиб боришига қарамай, атом радиуслари кам ўзгаради. Шунинг учун бир даврдаги бу элементларнинг хоссалари унчалик ўзгармайди ва уларнинг ҳаммаси металл хоссаларини намоён қилади.

Элементларнинг химиявий хоссалари, асосан, сиртқи ва ундан олдинги квант қаватларнинг тузилишига боғлиқ. Сиртдан учинчи қаватда электронлар сонининг ортиши элементнинг хи-

миявий хоссасига кам таъсир қилади. Бунга лантанидлар мисол бўла олади. Уларнинг атомлари сиртдан учинчи қаватдаги электронлар сони билан бир-биридан фарқ қилади. Шунинг учун уларнинг химиявий хоссалари ўхшаш ва улар даврий системада битта группага жойлашган.

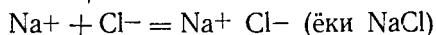
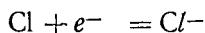
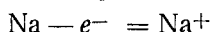
IV б о б

ХИМИЯВИЙ БОҒЛАНИШ. МОЛЕКУЛАЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ. МОДДАЛАРНИНГ КРИСТАЛЛ ҲОЛАТИ

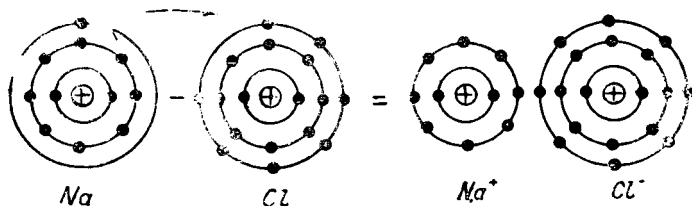
Химиявий боғланиш табиатини, яъни молекулаларда атомларни бир-бирига боғловчи кучларнинг сабабини атом тузилишига оид ҳозирги замон назарияси асосидагина изоҳлаб бериш мумкин. Химиявий боғланишнинг қуйидаги учта асосий тури маълум.

1-§. Ионий ёки электровалент боғланиш. Бу боғланиш қарама-қарши зарядли ионлар орасида, ионларнинг бир-бирига электростатик тортилиши натижасида содир бўлади. Масалан, сиртқи қобиғида фақат битта электрон бўлган натрий атоми сиртқи қобиғида еттита электрони бор хлор атоми билан тўқнашди, деб фараз қилайлик. Натрий атоми ўзининг «ортиқча» электронини хлор атомига бериб, бир зарядли мусбат ионга айланади. Айни вақтда хлор атоми сиртқи қаватига битта электрон бириктириб олиб, бир зарядли манфий ионга айланади. Шундан кейин қарама-қарши ишорали зарядлар орасида вужудга келадиган электростатик тортилиш кучи бу ионларни бир-бири билан боғлайди, натижада натрий хлорид ҳосил бўлади.

Электронни юқорисига минус ишораси қўйилган «ё» ҳарфи билан белгилаб, натрий хлорид ҳосил бўлиш процессини қуйидаги тенгламалар билан ифодалаш мумкин:



Элементларнинг ионли бирикмаларидаги валентликлари, шу бирикмалар ҳосил бўлишида атомлар берган ёки бириктириб



7- расм. Натрий хлориднинг ҳосил бўлиши.

олган электронлар сонига тенг бўлиб, *электровалентлик* деб аталади.

Элементлар атомларининг қандай ишорали ионларга айланиши шу элементларнинг Д. И. Менделеев даврий системасидаги ўрнига боғлиқ. Даврнинг бошланишида турган элементлар атомларининг ядро заряди даврнинг охирида турган элементлар атомларининг ядро зарядига қараганда камроқ бўлади ва электронлар ядрога заифроқ тортилади, шунинг учун атомларнинг мусбат ионларга айланиш хусусияти ҳар қандай давр ичида чапдан ўнгга томон заифлашиб боради. Сиртқи қаватида камда тўртта электрони бўлган атомлар сиртқи қавати саккизта электрон билан тўлгунча электронлар қабул қилиб олади-да, манфий ионларга айланади. Сиртқи қаватида тўрттадан кам электрони бўлган атомлар электронлар бериб, мусбат зарядли ионларга айланади.

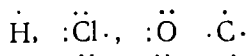
Химиявий реакциялар вақтида атомдан ажралиб кета оладиган электронлар *валентий электронлар* деб аталади. Атомдаги валентий электронлар сони, одатда, даврий системада шу элемент жойлашган группа номерига тенг.

Ионли бирикмалар жумласига кўпчилик туз, баъзи оксид ва гидроксидлар киради. Бу моддалар суюқлантирилганда ёки сувда эритилганда электр токни ўтказди. Ионли бирикмаларнинг ҳосил бўлишини кўриб чиқишда шуни эътиборга олиш керакки, водород иони (H^+) дан бошқа барча ионлар манфий зарядланган маълум бир электрон қобиққа эга бўлади. Бунинг натижасида қарама-қарши зарядланган ионлар бир-бирига жуда яқинлашганда улар бир-биридан итарила бошлайди. Ионлар оралиги маълум бир даражага етганда уларнинг тортилиш кучи билан итарилиш кучи мувозанатлашади ва ионлар бир-биридан маълум ораликда туриб қолади.

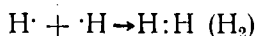
Манфий зарядли бир неча ион мусбат зарядли бир неча ионга яқинлашгани натижасида кристалл ҳосил бўлади, бу кристаллда бир хил ишорали ҳар бир ион қарама-қарши ишорали ионлар қуршовида туради. Маълумки, ионлардан тузилган кристалларга, яъни ионли бирикмаларга молекула тушунчасини татбиқ этиб бўлмайди. Масалан, ош тузи шартли бир маънода, ош тузи $NaCl$ молекулаларидан иборат дейилади. Ҳақиқатда эса ош тузининг кристалларида бундай молекулалар бўлмайди. Бутун кристалл кўпдан-кўп Na^+ ва Cl^- ионларидан иборат бўлади. $NaCl$ молекулалари фақат ош тузи буғидагина ҳосил бўлиши мумкин. Шунинг учун $NaCl$ формула натрий хлориднинг молекуласини ифодаламай, балки шу моддада натрийнинг ҳар бир атомига (ионига) хлорнинг бир атоми (иони) тўғри келишини кўрсатади ва ош тузининг оғирлик таркибини билдиради.

2-§. Ковалент боғланиш. Ковалент боғланишнинг икки тури: қутбсиз ва қутбли боғланиш маълум.

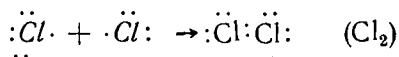
а) *Қутбсиз боғланиш*. Элементларнинг электроманфийлиги ўзаро тенг бўлганда ковалент қутбсиз боғланиш ҳосил бўлади. Ковалент боғланишни 1916 йилда Льюкс кашф этган эди. H_2 , O_2 , N_2 ва бошқа молекулалардаги боғланиш *ковалент* боғланишдир. Атомлар ўзаро таъсир этишида бирикувчи атомлар сиртқи қаватларидаги электронларининг бир қисмини (ёки ҳаммасини) боғ ҳосил қилишга беради, бунинг натижасида эса электронлар жуфти ҳосил бўлади. Электронлар жуфти иккала атомга тегишли бўлиб, шу атомлар атрофида айланади. Электрон жуфтлар иккала атом ядролари ўртасида бўлиб, иккала ядрога тортилади ва атомларни бир система қилиб боғлайди. Қуйидаги мисолларда ковалент боғланишнинг ҳосил бўлишини кўриб чиқамиз. Льюкс ковалент боғланишда иштирок этадиган атомларни қуйидаги кўринишда ёзишни таклиф этди:



(бу ерда элементнинг симболи — ядрони, нуқталар эса сиртқи қаватдаги электронларни кўрсатади). Масалан, иккита водород атомидан водород молекуласи қуйидагича ҳосил бўлади:

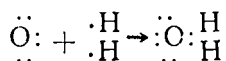
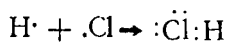


Бунда ҳар бир водород атоми ўз электронини боғ ҳосил қилишга беради, натижада иккала атом учун тааллуқли электронлар жуфти ҳосил бўлади. Бундай боғланишда электронлар жуфти ҳар иккала бирикувчи атом орасида баравар тақсимланади (улардан бир хил узоқликда жойлашади), шунинг учун бундай молекулалар *қутбсиз* ёки *полярмас молекула* деб аталади. Хлорнинг иккита атомидан хлор молекуласи ҳосил бўлади:



Электронлар жуфтини антипараллел спинли электронларгина ҳосил қилади, чунки шундай электронлар бир-бирини тортади. Электронларнинг спинлари антипараллел бўлса, иккала атом орасидаги электр майдони зарядининг зичлиги атрофидагидан катта бўлади, ядро атрофидаги электрон булутлар бир-бирини қоплайди ва, натижада, атомлар бир-бирини тортади.

б) *Қутбли боғланиш*. Электроманфийлиги бир-биридан озгина фарқ қиладиган элементларнинг атомлари ўзаро бирикканда қутбли боғланиш вужудга келади. Қутбли боғланиш ўз табиати жиҳатидан ковалент боғланишдан фарқ қилмайди, электронлар жуфти, ковалент боғланишдагидек, икки ядронинг ўртасида бўлмай, электроманфий (металлмас) элемент атоми томон бир оз силжиган бўлади. Бу боғланиш, одатда, қуйидагича ифодаланади: масалан HCl ва H_2O молекулаларининг ҳосил бўлиши:



бу ерда стрелка аломати электронлар жуфтининг қайси атомга томон силжиганини кўрсатади.

Молекула ҳосил бўлишида электронлар жуфтининг бир томонга силжиши натижасида молекуланинг бир томони ортиқча мусбат, бир томони эса ортиқча манфий зарядланади. Бу зарядларнинг огирлик марказлари бир-биридан маълум масофада бўлади. Бир молекулада иккита қутб вужудга келиб, натижада диполь ҳосил бўлади. Миқдорий жиҳатдан барабар ва бир-бирига нисбатан маълум масофада жойлашган, қарама-қарши электр зарядларидан иборат система *диполь система* деб аталади.

Диполь узунлиги — h нинг электрон заряди e га кўпайтмаси *диполь момент* дейилади ва μ ҳарфи билан белгиланади:

$$\mu = e \cdot h$$

Масалан, сув молекуласининг диполь моменти $1,84 D$ га тенг.

Диполь моменти *дебай* бирлиги ҳисобида ўлчанади. 1 Дебай D ҳарфи билан белгиланади ва 10^{-18} электростатик бирликка тенг.

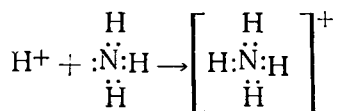
Диполь моментининг қиймати қутбли боғланишнинг қай даражада қутбланганлигини кўрсатади. Бинобарин, сув молекуласи қутбли молекуладир.

Диполь моменти нолдан катта бўлган молекулалар *қутбли* (поляр) *молекулалар* деб, диполь моменти нолга тенг бўлган молекулалар эса *қутбсиз* (полярмас) *молекулалар* деб аталади.

Қутбли молекулаларга, сув молекуласидан ташқари, спирт ҳамда водород галогенидлар молекулалари, қутбсиз молекулаларга эса бензол ва углеводородлар молекулалари мисол бўла олади.

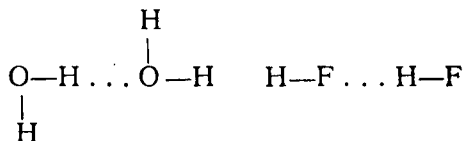
3-§. Координацион боғланиш. Координацион боғланишлар комплекс бирикмаларда учрайди. Бундай боғланиш ҳосил бўлишида фақат бир атомнинг электронлари иштирок этади, ковалент боғланишда эса электронлар жуфти иккала атомнинг электронларидан ҳосил бўлади. Координацион боғланиш ковалент боғланишдан ана шу билан фарқ қилади. Координацион боғланиш ҳосил қилувчи электронлар жуфтини бир атом (ёки атомлар группаси) беради. Боғланиш ҳосил бўлишида электронлар жуфтини берган атом *донор*, бу жуфт электронларни ўзига қабул қилган атом *акцептор* деб аталади. Шунинг учун бундай боғланиш *донор-акцептор* боғланиш деб ҳам юритилади.

Координацион боғланиш ҳосил бўлишига водород ионининг аммиак билан бирикиб, аммоний иони ҳосил қилиши мисол бўла олади:



Аммоний иони ҳосил бўлишида аммиак донор, водород иони эса акцептор бўлади. Шундай қилиб ковалент боғланиш икки тур механизм туфайли амалга ошади: бири қарама-қарши спинли бир электронли электрон булутларнинг бир-бирини қоплаши бўлса, иккинчиси донор-акцептор механизмдир.

4-§. Водород боғланиш. Боғланишларнинг яна бир тури *водород боғланишдир*. Водород ўзининг ягона электронини ўзидан кўра электроманфийроқ элементга бериб, ионли ёки қутбли бирикма ҳосил қилганда, унинг ядроси бутунлай ёки бир қадар электронсизланади. Водород атоми ядросининг (H^+ ионининг) радиуси жуда кичик бўлганлигидан ўз атрофида анчагина кучли электр майдони ҳосил қилади. Агар бундай ядро олдида электроманфийроқ бир элемент келса, унинг электронларини ўзига тортади ва натижада водород боғланиш вужудга келади. Масалан, сув ҳамда водород фторид водород боғланиш воситасида ҳосил бўлган молекулаларга мисол бўла олади:



бу ерда уч нуқта (...) водород боғланишни ифодалайди.

5-§. Электрон таълимот нуқтаи назаридан валентлик. Элементнинг бирикма ҳосил қилишдаги валентлиги унинг қандай элемент билан бирикаётганлигига ва реакция шароитига боғлиқ. Бинобарин, кўпгина элементларнинг валентлиги турлича бўлади. Бутлеровнинг тузилиш назарияси ёки Д. И. Менделеевнинг даврий қонуни валентликка оид қонуниятларни кўрсатиб берса-да, валентликнинг табиатини тушунтира олмади. Уни электрон назария асосидагина тушунтириб бериш мумкин бўлди.

Эркин ҳолдаги элементнинг валентлиги нолга тенг. Бундай элемент химиявий реакцияга киришиб, бирикма ҳосил қилгандагина валентлик намоён қилади. Элемент бирор бирикма ҳосил қилишида унинг атомидаги электронлар қайта группаланади. Бир элемент бир неча электронини бошқа элемент атомига беради (масалан, ион боғланишда шундай бўлади). Элементнинг валентлиги атомнинг берган ёки қабул қилган электронлар сонига тенг. Агар элемент электрон берса, унинг валентлиги мусбат, агар электрон бириктириб олса, манфий бўлади. Мусбат валентлик + (плюс), манфий валентлик — (минус) билан кўрса-

тилади. Масалан, мусбат икки валентли мис иони қуйидагича ёзилади:



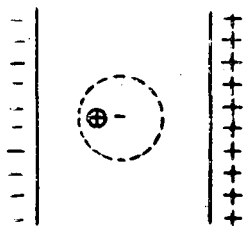
Манфий икки валентли углерод иони қуйидагича ёзилади:



Химиявий реакцияларнинг баъзиларида электронлар элемент атомидан бутунлай узилмай, фақат силжийди, бунда электронлар бир вақтнинг ўзида иккита атомга тааллуқли бўлади (ковалент, координацион боғланишларда ана шундай бўлади.) Шу сабабли умумийроқ қилиб айтганда, валентлик элементнинг химиявий реакцияга киришиб, химиявий боғланиш ҳосил қилишида иштирок этган электронлар сонига тенг.

Валентликнинг спин назариясига мувофиқ, химиявий боғланиш ҳосил қилишда фақат жуфтланмаган (якка) электронлар иштирок этади. Шу сабабли, элементнинг валентлиги шу элемент атомининг сиртқи қаватидаги жуфтланмаган электронлари сонига тенг. Шунга кўра, натрий бир валентли, бериллий ноль валентли бўлиши керак ва ҳоказо. Бу тушунча ҳамма элементлар учун ҳам тўғри келавермайди. Масалан, бу назарияга мувофиқ, бериллий ноль валентли, демак, химиявий реакцияларга киришмаслиги керак эди. Ваҳоланки, у икки валентли ва химиявий реакцияга киришади. Бунинг сабаби шуки, бериллий атомидаги бир жуфт электрон жуфтланмаган икки электронга айланади. Бу процесс вақтида энергия сарф қилинади. Лекин боғланиш ҳосил бўлишида ажралиб чиққан энергия миқдори сарф бўлган энергияни ортиги билан қоплайди. Атом (ёки ион) электрон бириктириб олса, унинг манфий валентлиги ортиб, мусбат валентлиги камаяди. Шунга биноан, $\text{Cd}^{2+} \rightarrow \text{Cd}^+$ процессда мусбат икки валентли кадмий мусбат бир валентли кадмийга айланади. Бунинг учун у битта электрон бириктириб олади. Нейтрал (ноль валентли) хром мусбат уч валентли бўлиши ($\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}^{2+}$) учун у учта электрон бериши керак ва ҳоказо.

6- §. Қутбланиш. Молекула таркибига кирган атом ва ионлар, одатда бир-бирига таъсир этади, бу эса электрон қаватларнинг ядрога нисбатан вазиятининг ўзгаришига сабаб бўлади. Бунинг натижасида ковалент боғланишли молекулалар қутбли молекулаларга айланади.

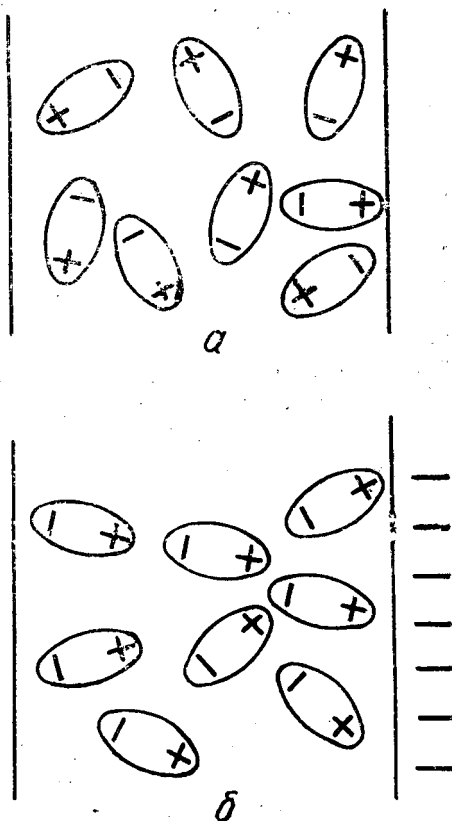


8-расм. Водород атоми-нинг қутбланиши.

Ион бирикмаларда мусбат зарядли ион манфий зарядли ионнинг электрон қаватини ўзига тортади, манфий зарядли ион ядросини эса итаради. Бу иккала таъсир оқибатида иондаги манфий ва мусбат зарядлар маркази силжийди. Молекулаларга ташқи электр майдони ҳам таъсир қилади. Атом, ион ва молекулаларда ташқи электр майдони таъсирида юз берадиган ўзгариш *қутбланиш* деб аталади. Қутбланиш икки хил бўлади: электро ва ориентацион

цроси

қутбланишдир. Электрон қутбланиш электронларнинг ядрога нисбатан силжишидан келиб чиқади. Электр майдони таъсирида ҳар қандай молекула, атом ёки ионда электрон қутбланиш вужудга келади (8-расм). Қутбли молекулалардан тузилган моддаларнинг қутбланиши *ориентацион қутбланиш* дейилади. Бунда қутбли молекулалар ташқи электр майдони таъсирида фазода шу майдоннинг йўналишига мувофиқ ҳолда қутбланади (9-расм) Қутбланиш молекула, атом ва ионлар электр майдонларининг бир-бирига таъсири натижасида ҳам содир бўлади. Турли бирикмаларнинг хоссалари қутбланишга ҳам боғлиқ. Атомларнинг қутбланиш хусусияти уларнинг радиусига ва шу элементларнинг электрманфийлигига кўра аниқланади. Масалан, биринчи группанинг асосий группачасидаги элементлар ҳосил қилган бирикмалар барқарор, қўшимча группачадаги элементлар ҳосил қилган бирикмалар эса ионларнинг ўзаро қутбланиши туфайли, беқарор бўлади ва таркибий қисмларга осон ажралади. Бунга атомдаги сиртқи электрон қувватнинг тузилиши таъсир этади.



9-расм. Ориентацион қутбланиш: а) электр майдони бўлмаган ҳолда; б) электр майдони бўлганда.

7-§. Молекулалараро кучлар. Молекулалар валентликлари тўйинган заррачалар бўлгани учун ўзаро валент боғланиш ҳосил қила олмайди. Шунга қарамасдан, молекулалар ўзаро таъсирлашиб, турли моддалар ҳосил қилиш хусусиятига эга. Молекулалараро таъсир кучлари уч хил бўлади: булар ориентацион диполь, индукцион ва дисперсион кучлардир. Бу кучларнинг табиати бир хил. Агар молекулалар қутбли бўлса, улар бир-бирига яқинлашганда маълум тартибда ориентацияланади; бир хил зарядли ионлар бир-биридан қочади, турли зарядли ионлар эса

бир-бирига тортилади. Бир хил зарядли қутблар ҳар хил зарядли қутбларга қараганда бир-биридан узоқ турганлиги ўзаро тортилиш кучини ўзаро итарилиш кучи бир оз камайтиради, натижада тортилиш кучи итарилиш кучидан каттароқ бўлади. Молекулалар қанча кучли қутбланган бўлса, улар бир-бирига шунча кучли тортилади. Қутбланган молекулаларнинг бир-бирига бундай таъсири *ориентацион ўзаро таъсир* дейилади. Ориентацион ўзаро таъсирга сабабчи кучлар *диполь кучлар* деб аталади. Ориентацион ўзаро таъсир кучи температурага тескари пропорционал бўлади, чунки температура кўтарилганида заррачаларнинг иссиқлик ҳаракати кучайиб, диполларнинг ўзаро ориентацияланишига халақит беради.

Молекулалар ориентацияланиш билан бирга деформацияланади. Молекулаларнинг деформацияланиши, яъни ички тузилишининг ўзгариши натижасида улар қутбланади, диполь узунлиги ортади ва молекулаларнинг ўзаро таъсирлашуви кучаяди. Қутбли ва қутбсиз молекулалар ўзаро яқинлашганда қутбли молекуладаги доимий диполь қутбсиз молекулада муваққат диполь ҳосил қилади, натижада молекулалар ўзаро тортилади.

Молекулаларнинг бу тортилиши *индукцион ўзаро таъсир* дейилади. Индукцион таъсир температурага боғлиқ эмас. Индукцион ўзаро таъсир эффекти унча катта бўлмайди, аммо қутбланиш хоссаси кучли бўлган молекулаларнинг таъсирлашуви катта роль ўйнайди. Қутбсиз молекулалар бир-бирига яқинлашганда ҳам улар ўзаро таъсир этади, бу ўзаро таъсир электронларнинг айланма ва ядронинг тебранма ҳаракатидан келиб чиқади. Бир лаҳзада вужудга келган оддий диполлар ҳосил бўлиши натижасида молекулалар ўзаро таъсир кучлар юзга чиқади. Бундай кучлар *дисперсион кучлар* дейилади. Дисперсион ўзаро таъсир қутбли молекулаларга ҳам, қутбсиз молекулаларга ҳам, ҳатто атомларга ҳам хос.

Биз юқорида кўриб ўтган ўзаро таъсир кучларининг ҳаммаси умумий термин билан Ван-дер-Ваальс *кучи*¹ деб аталади.

Ван-дер-Ваальс кучларининг умумий эффекти ориентацион, индукцион ва дисперсион ўзаро таъсир энергиялари йиғиндисидан келиб чиқади:

$$E_v = E_{ор} + E_{инд} + E_{дис}$$

H_2 , N_2 , CH_4 каби қутбсиз молекулаларда умумий эффект асосан дисперсион ўзаро таъсир натижасида ҳосил бўлади. NH_3 , H_2O , C_2H_5OH каби поляр моддаларда Ван-дер-Ваальс кучларининг келиб чиқишида ориентацион ўзаро таъсир муҳим роль ўйнайди. Масалан, сувда Ван-дер-Ваальс эффектнинг 77% ини ориентацион кучлар, 4% ини индукцион кучлар ва 19% ини дисперсион кучлар ташкил этади.

¹ Голландиялик олим А. Ван-дер-Ваальс шарафига шундай деб аталган.

Агар Ван-дер-Ваальс кучлари бир хил заррачалараро (А—А) юзага чиқса, бу ҳодиса *когезия*, ҳар хил заррачалараро (А—В) юзага чиқса, *адгезия* деб юритилади. Когезия ва адгезия кучларининг мавжудлиги турли материалларнинг пишиқлигини таъминлайди, эритмаларда эрувчи модда билан эритувчи модда орасида *сольватлар* ҳосил бўлишига йўл очади, бўёқ ва қурлиш материалларига мустаҳкамлик беради ва ҳоказо.

Ниҳоят, шунинг ҳам айтиб ўтамизки, Ван-дер-Ваальс кучларининг энергияси химиявий боғланиш кучларига нисбатан анча кичик. Химиявий боғланишнинг асосий турлари энергияси 20—250 ккал/моль бўлса, водород боғланиш энергияси 5—8 ккал/моль, Ван-дер-Ваальс боғланиш энергияси эса 0,02—2 ккал/моль га тенгдир.

8-§. Моддаларнинг кристалл ҳолати. Қаттиқ моддалар тузилишига кўра икки гурппага: аморф ва кристалл моддаларга бўлинади. Аморф моддалар синдирилганда тартибсиз йўналишларда синади, қиздирилганда эса маълум температурада суюқлана бошлаб, ундан юқорида температурада батамом суюқланади. Аморф моддаларнинг бу хоссалари уларда заррачаларнинг бепартиб жойлашувидан келиб чиқади. Аморф моддаларга мум, канифоль ва бошқалар мисол бўла олади.

Аморф моддаларнинг физика-механикавий хоссалари барча йўналишларда бир хил бўлади. Хоссаларнинг барча йўналишларда бир хил бўлиш ҳодисаси *изотропия* деб аталади. Бинобарин, аморф моддалар изотроп моддалардир. Шиша ҳам аморф¹ модда ҳисобланади, лекин унинг хоссалари аморф модда хоссаларига ўхшаса-да, сўнгги вақтларда ўтказилган текширишлар натижасида шишанинг баъзи жойларида аморф қаватлар орасида заррачалари тартибга кирган микрокристалл қисмлар борлиги аниқланди. Шундай хоссаларга эга бўлган моддалар, аморф моддалардан фарқли ўлароқ, *шишасимон моддалар* дейилади ва *ўта совитилган суюқлик* деб қаралади.

Кристалл моддалар синдирилганда маълум йўналишда синади, қиздирилганда эса маълум температурада суюқлана бошлаб, шу температурадаёқ батамом суюқланиб бўлади. Уларнинг физика-механикавий хоссалари турли йўналишларда турлича бўлади. Хоссаларнинг турли йўналишларда турлича бўлиш ҳодисаси *анизотропия* деб аталади. Демак, кристалллар анизотропик моддалардир. Кристалл моддаларнинг юқорида қайд қилинган хоссалари уларда заррачаларнинг муайян тартибда жойлашувидан келиб чиқади. Кристалл моддалар жумласига барча металлар, ош тузи, олмос, графит ва бошқалар киради. Кристаллларни мукамал ўрганиш билан *кристаллография* фани шуғулланади. Биз бу ерда кристаллларнинг баъзи хоссалари билагини танишиб чиқамиз.

¹ Аморф сўзи шаклсиз демакдир.

Кристалл моддаларнинг хоссалари турли йўналишда турлича бўлиши юқорида айтиб ўтилди. Масалан, кристалл моддаларнинг мустаҳкамлиги, иссиқлик ва электр ўтказувчанлиги, суюқланиш тезлиги турли йўналишларда турлича бўлади. Анизотроплик, баъзан векторлик деб ҳам юритилади. Анизотроплик кристалларнинг ички тузилишига боғлиқ. Кристаллар кўпинча, эритмалардан олинади. Эритма қиздирилганда эритувчи бугланиб, кристаллар ҳосил бўлади. Бу ҳодиса *кристалланиш* деб аталади. Кристаллар кристалланиш шароитига қараб майда ёки йирик бўлади. Эритма паст температурада секин-аста буғлатилганда йирик кристаллар, юқори температурада буғлатилиб, тез совитилганда эса майда кристаллар ҳосил бўлади.

9- §. Кристалларнинг ички тузилиши. Кристалларда заррачалар (атом, ион ёки молекулалар) батартиб жойлашиб, мунтазам геометрик шакл ҳосил қилади. Бу шакл *кристалл панжара* деб аталади. Кристалл панжара ҳосил қилган заррачалар бир-бирини қандай куч билан тутиб туришига қараб, кристалл панжаралар *ионли*, *атомли*, *молекуляр* ва бошқа панжараларга бўлинади. Металлларнинг кристалл панжаралари *металл панжаралар* деб аталади.

Қутбли ва қутбсиз (ковалент) боғланишли молекулалардан тузилган кристалларнинг панжаралари молекуляр панжаралар бўлиб, уларнинг тугунларида молекулалар туради. Аммиак, кислород, сув ва кўпгина органик моддаларнинг кристалл панжаралари ана шундай панжараларга мисол бўла олади. Уларда молекулаларни фақат молекулаларо кучларгина тортиб туради, шунинг учун улар деярли мустаҳкам бўлмайди ва бирмунча паст температураларда суюқланади.

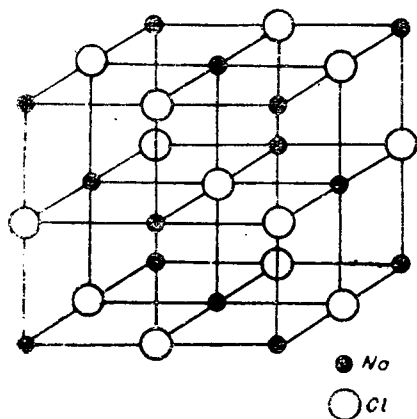
Тугунларида атомлар турадиган кристалл панжаралар *атомли панжара* деб аталади. Панжарадаги атомлар ўзаро ковалент боғланган бўлади. Шу сабабдан бундай панжарали моддалар, кўпинча, мустаҳкам бўлади. Олмос, графит, карборунд ана шундай моддалар жумласига киради.

Тугунларида ионлар турадиган кристалл панжаралар *ионли панжара* деб аталади. Бундай панжараларда қарама-қаршии зарядли ионлар бир-бирига электростатик куч билан тортилиб туради, шунинг учун бундай панжарали моддалар анча мустаҳкам бўлади ва юқори температураларда суюқланади. Ионли панжарали моддаларга, кўпинча, асос, кислота ва тузлар мисол бўла олади.

Кристалл панжаранинг энг кичик бўлаги шу панжаранинг элементар катакчаси деб аталади. Элементар катакча панжаранинг тузилиши ва шакли тўғрисида тасаввур ҳосил қилишга имкон беради. 10- расмда ош тузи кристалл панжарасининг элементар катакчаси тасвирланган.

Металл кристалл панжараларининг тугунларида электронлар йўқотган ионлар туради. Бу ионлардан узилган электронлар

кристалл ичида эркин ҳаракатланади ва электрон газ деб аталади. Уларнинг баъзилари ҳаракатланиш натижасида ионларга яқинлашиб, уларга бирикиши ва ионларни нейтрал атомларга айлантириши, бошқа нейтрал атомлардан эса электронлар узилиб ионларга айланиши мумкин. Демак, металл кристалларида атомларнинг ионларга, ионларнинг эса атомларга айланиш процесси узлуксиз давом этиб туради. Металл кристалларида эркин электронлар мавжудлигидан металллар электр ва иссиқликни яхши ўтказишади.



10- расм. Ош тузи кристалл панжарасининг элементар катакчаси.

Металлларнинг тузилишида ҳам ионлар иштирок этганидан уларнинг кристаллари анча пухта бўлади ва кўпчилиги юқори температурада суюқланади. Фақат бир зарядли ишқорий металлари паст температураларда суюқланади. Кристаллнинг мустаҳкамлиги кристалланиш энергияси билан ўлчанади. Бир грамм-молекула кристалл модданинг шу температурада идеал газ ҳолида бўлган моддалардан ҳосил бўлишида чиққан энергия кристалланиш энергияси деб аталади. Бу энергия кристаллдаги заррачаларнинг ўзаро таъсир кучига тенг бўлади ва кристаллларни емириш учун ҳам шу миқдор энергия сарф бўлади. Кристаллик панжара энергиясини ҳисоблаб топишда моддаларнинг сублиматланиш (яъни кристаллик ҳолатдан буғ ҳолатга ўтиш) иссиқлигидан фойдаланилади. Қутбсиз моддаларнинг кристаллик панжара энергияси энг паст қийматларга эга. Масалан, метан учун панжара энергияси $2,42 \text{ ккал/моль}$ га тенг. Олмосда кристаллик панжара энергиясининг сон қиймати 170 ккал/моль га тенг бўлиб, химиявий боғланиш энергиясига яқиндир. Кристаллик панжара энергияси паст қийматга эга бўлган моддалар кўпинча юмшоқ бўлади; улар паст температураларда суюқланади ва паст температураларда қайнайди.

V боб

ВОДОРОД

1- §. Табиатда водород. Водород табиатда эркин ҳолда жуда кам учрайди, асосан, атмосферанинг юқори қатламларида бўлади.

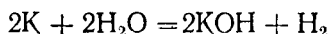
Водород нефть, табиий газ ва кўпгина минераллар таркибига киради; у барча ўсимлик ва ҳайвонлар танасида бўлади. Водор

род ер пўсти (сув ва ҳаво ҳам қўшилганда) массасининг 1% чамасини ташкил этади.

Водороднинг учта изотопи: протий (${}^1\text{H}$), дейтерий (${}^2\text{H}$) ва тритий (${}^3\text{H}$) изотоплари бор. Протий ва дейтерий стабил изотоплар, тритий эса ўртача умри 18 йилга тенг радиоактив изотопдир.

Водороднинг олиниши

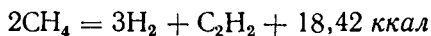
1. Баъзи металлarning сувдан водородни сиқиб чиқаришига асосланган усул. Бунинг учун сувдан водородни сиқиб чиқарувчи металл сув билан ўзаро таъсир эттирилади, натижада, водород билан бирга, ўша металлнинг гидроксидлари ёки оксидлари ҳосил бўлади. Ишқорий металлар — натрий ва калий одатдаги температурадаёқ сув билан реакцияга айнақса осон киришади:



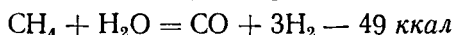
Бу реакциянинг моҳияти шундаки, бунда калий атоми сув молекуласидаги водород ионига электрон бериб, мусбат зарядли ионларга айланади, водород ионлари эса атомларга айланиб, H_2 молекулалар ҳосил қилади.

2. Катализатор иштирокида метандан олиш усули. Бу усулнинг учта тури бор:

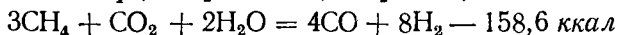
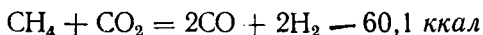
а) метанни термик парчалаш:



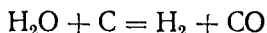
б) метанга сув буғи таъсир эттириш:



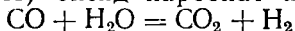
в) метанга карбонат ангидрид ёки сув буғи билан карбонат ангидрид аралашмасини таъсир эттириш.



3. Сув буғига чўғланган кўмир таъсир эттириш усули. Бунда қуйидаги тенглама билан ифодаланадиган реакция содир бўлади:



Бу реакция натижасида сув газы (водород билан углерод (II)-оксид аралашмаси) ҳосил бўлади. Сув газидан водород ажратиб олиш учун сув буғи аралаштирилган газ катализатор — қаттиқ қиздирилган темир (III)-оксид устидан ўтказилади. Бунда углерод (II)-оксид карбонат ангидридга айланади:

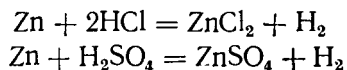


Ҳосил бўлган маҳсулот (CO_2 ва H_2 аралашмаси) юқори босим остида сув билан ювилиб, водород карбонат ангидриддан тозаланади. Бу процесс сув газининг *конверсияси* деб аталади.

4. Сувни электр токи таъсирида парчалаш усули. Электр энергияси мўл жойларда сувни электр токи таъ-

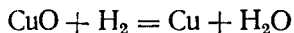
сирида парчалаб, водород ажратиб олиш иқтисодий жиҳатдан қулай. Бундай усул билан олинadиган водород жуда тоза бўлади. Бинобарин, уни тозалашга ҳожат қолмайди. Ядро реакторларида ишлатиладиган оғир сув, одатдаги сувни электролиз қилиш йўли билан олинади.

Водород лабораторияда рухга суюлтирилган кислота (хлорид ёки сульфат кислота) таъсир эттириш йўли билан олинади:

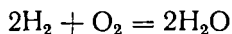


Водород газлар ичида энг енгили бўлиб, унинг ҳиди ҳам, маза-си ҳам бўлмайди. У ҳаводан 14,5 марта енгил. 1 литр водород 0,09 г келади. Шу сабабли водород атмосферанинг юқори қатламларида кўпроқ тўпланади. Водород ғовак тўсиқ орқали барча газлардан кўра осон ўтади ва иссиқликни яхши ўтказди. Сувда жуда оз эрийди, металлларда, масалан, никель, платина ва палладийда яхши эрийди, 1 ҳажм палладий 900 ҳажм водородни эрита олади.

Водород химиявий реакцияларда ўзининг ягона электронини бериб, мусбат зарядли ионга айланади. Унинг химиявий хоссалари ана шу хусусияти билан боғлиқ. Бироқ водород энг актив металлмаслар билан химиявий реакцияга киришганда ионий боғланишлар эмас, балки қутбли ковалент боғланишлар ҳосил қилади, шунинг учун водороднинг атоми мусбат зарядли ион ҳолатига батамом ўта олмайди. Баъзан водород атомлари электрон бириктириб олиб, манфий зарядли ионга ҳам айланади. Эркин водород яхши қайтарувчидир. Юқори температурада водород кўпгина металлларнинг оксидларидан шу металлларни қайтаради, масалан:

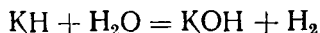


Водород кислород билан бирикиб, сув ҳосил қилади:

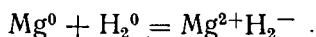


2 ҳажм водород билан 1 ҳажм кислороддан иборат аралашмага аланга яқинлаштирилса ёки электр учқуни таъсир эттирилса, аралашма портлайди, шу сабабли у қалди^{роқ} газ деб аталади, бу газ кукун ҳолидаги платина — катализатор иштирокида портламай ёнади. Ёниш пайтида кўп миқдор иссиқлик чиққанлигидан аланганинг температураси 1000° га етади, бу алангага кислород юборилганда температура кўтарилади (2500—3000°С га етади).

Водород билан металлларнинг химиявий бирикмаси *гидридлар* деб аталади. Ишқорий ва ишқорий-ер металлларнинг гидридлари қаттиқ кристалл моддалар бўлиб, ионли тузилишга эга кучли қайтарувчилардир. Масалан:



Ишқорий ва ишқорий-ер металлларнинг гидридларида водород атоми металл атомидан 1 электрон олиб, манфий ионга айланади, бинобарин, у оксидлаш хоссасини намоён қилади, масалан:



Гидридлар беқарор бўлиб, сув таъсирида тезда парчаланади. Б. В. Некрасов гидридларнинг ташқи кўриниши ва физикавий хоссаларига кўра, уларни бешта гурпуага: 1) тузсимон гидридлар, 2) оралик гидридлар, 3) металлсимон гидридлар, 4) полимер гидридлар ва 5) учувчан гидридларга бўлди.

Водород баъзи металлларни уларнинг оксидларидан ажратиб олишда қайтарувчи сифатида, ўсимликлардан олинадиган мойларни қаттиқ ёғларга айлантириш, метил спирт, ички ёнув двигателлари ёнилғиси ишлаб чиқариш ва бошқалар учун ишлатилади.

Металлларни газвий пайвандлашда ҳам водороддан фойдаланилади, чунки у тоза кислородда ёндирилганда аланга температураси 2000—2100° С га етади.

VI боб

ВОДОРОДНИНГ КИСЛОРОДЛИ БИРИКМАЛАРИ

1-§. Сув. Табиатда сув. Сув ер юзид а энг кўп учрайдиган моддадир. Ер шар и юзасининг қарийб $\frac{3}{4}$ қисмини сув қоплаб туради.

Табиий сув мутлақо тоза ҳолда бўлмайди. Энг тоза сув ёмғир сувидир, аммо бундай сувда ҳам ҳаводан қамраб олинадиган турли қўшимчалар, масалан, эриган газлар, микроорганизмлар бўлади.

Ёмғир суви ерга тушгандан кейин, унинг бир қисми анҳор ва дарёларга оқиб борса, бир қисми тупроқ ва ҳар хил жинсларга шимилиб, сизот сувни ҳосил қилади. Сув ернинг устки қаватларидан сизиб ўтиб, ўз йўлидаги турли моддаларни эритади. Шу сабабли қудуқ, булоқ, дарё ва кўллар сувида ҳамма вақт эриган моддалар бўлади. Турли сувларда бу моддаларнинг миқдори турлича, аммо умуман айтганда, уларнинг миқдори, 0,01% дан 0,05% гача бўлади.

Денгиз сувида 4% гача ҳар хил эриган моддалар бўлади, буларнинг асосий қисмини ош тузи ташкил этади. Океан сувида 3,5%, денгиз сувида эса денгизга қуйиладиган дарёларнинг кам-сув ёки серсув бўлишига қараб, турли миқдорда — 0,5% дан 3,9% гача (Ўрта денгизда — 3,9%, Қора денгизда — 1,8%, Болтиқ денгизда — 0,5%) туз бўлади.

Таркибида кальций ва магний тузлари кўп бўлган сув (юмшоқ сувнинг, масалан, ёмғир сувининг аксича) қаттиқ сув деб

аталади. Қаттиқ сувда совун кам кўпиради, гўшт ва сабзавот яхши пишмайди, бундай сув буғ қозон ва сув қайнатиладиган бошқа идишларнинг деворида қуйқа ҳосил қилади.

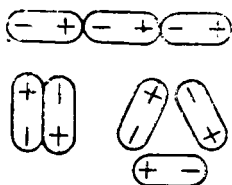
Табиий сувни ундаги муаллақ заррачалардан тозалаш мақсадида бирор ғовак модда, масалан кўмир, сопол қавати ва шу кабилардан ўтказиб филтрланади. Кўп миқдор сувни филтрлашда ҳам шу қум ва шағал тошдан иборат филтр ишлатилади. Филтр бактерияларнинг кўп қисмини ҳам тутиб қолади. Бундан ташқари, ичиладиган сувни зарарсизлантириш учун, у хлорланади. Сувни тўла стерилизация қилиш учун 1 т сувга кўпи билан 0,7 г хлор қўшиш керак бўлади.

Филтрлаш йўли билан сувни эримайдиган қўшимчалардангина тозалаш мумкин. Ичида эриган моддалар бўлмаган жуда тоза сув (дистилланган сув) тайёрлаш учун сув ҳайдалади (дистилланади).

2-§. Сувнинг физикавий хоссалари. Тоза сув ҳидсиз, маза-сиз, рангсиз тиниқ суюқлик. Кўп моддалар совитилганда зичлиги ортади, сув эса буларнинг аксича, 4°C да энг катта зичликка эга бўлади. 4°C дан юқори температурада ҳам, паст температурада ҳам сувнинг зичлиги камаяди. Сувнинг ана шу аномалияси катта аҳамиятга эга. Шу аномалия туфайли, чуқур сув ҳавзалари қишда тубигача музламайди ва унда ҳаёт сақланиб қолади.

Сувнинг бошқа бир аномалияси ҳам табиат ҳаётида катта аҳамиятга эга, сув барча қаттиқ ва суюқ моддалар ичида энг катта иссиқлик сиғимига эга бўлган моддадир. Шу сабабли, сув қишда секин совийди, ёзда эса секин исийди, шу тариқа ер шаринда температурани тартибга солиб туради.

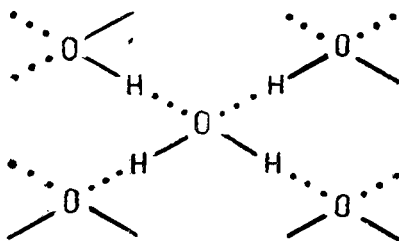
Сув таркибида оғирлик жиҳатидан 11% водород ва 88,89% кислород бор. Бундан сувнинг энг оддий формуласи H_2O деган хулоса келиб чиқади. Сувнинг молекуляр оғирлиги сув буғининг юқори температурадаги зичлигига қараб аниқланганда, 18 га тенг бўлиб чиқади, бу қиймат сувнинг энг оддий формуласига тўғри келади, бироқ сувнинг қайнаш нуқтасига яқинлашган сари сув буғининг зичлиги бир оз ошади ва унинг молекуляр оғирлиги 18 дан каттароқ бўлиб қолади. Суюқ сувнинг тегишли эритувчиларида эритиш йўли аниқланган молекуляр оғирлиги ҳам энг оддий формулага қараб ҳисобланган қийматдан бирмунча ортиқ бўлиб чиқади. Ана шу маълумотларнинг ҳаммаси суюқ ҳолатдаги сувда, оддий H_2O молекулалари билан бир қаторда, улар билан мувозанатда турган бирмунча мураккаб молекулалар ҳам бўлади, деган хулосага олиб келади: бундай молекулаларнинг таркиби $(\text{H}_2\text{O})_x$ умумий формула билан ифодаланади. Молекулаларнинг шу тариқа ўзаро бирикиб, модданинг химиявий табиатини ўзгартирмай, бирмунча мураккаброқ заррачалар ҳосил қилиш ҳодисаси молекулаларнинг *ассоциацияси* деб аталади.



11-расм. Қутбли молекулалар ассоциацияси.

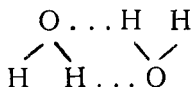
Умуман айтганда, ассоциацияга молекулаларнинг қутблилиги сабаб бўлади; молекулалар шундай қутбли бўлгани учун ўзининг қарама-қарши қутблари билан бир-бирига тортилади ва бунинг натижасида, икки, уч ва ундан ортиқ молекулалар ўзаро бирикиб, йирикроқ заррачалар ҳосил қилади (11-расм). Аммо сувда бўладиган ассоциациянинг асосий сабаби сув молекулалари ўртасида (орасида) «водород» боғланишлар ҳосил бўлишидир.

Сувнинг бир молекуласидаги водород атоми билан иккинчи молекуласидаги кислород атоми ўртасида водород боғланиш ҳосил бўлади (водород боғланишлар схемада нуқталар билан кўрсатилган):



Бундай мураккаб молекуляр агрегатлар ҳам сувда шу тариқа ҳосил бўлади.

Икки молекуладан иборат агрегат — $(\text{H}_2\text{O})_2$ бошқаларига қараганда барқарор бўлади. Бундай молекуляр агрегатларнинг ҳосил бўлишида, афтидан, иккита водород боғланиш вужудга келади:



Сувнинг юқорида айтиб ўтилган аномалиялари ҳам сув молекулаларининг ассоциацияси туфайли вужудга келади, дейиш мумкин. 0°C да сувнинг кўп қисми $(\text{H}_2\text{O})_3$ молекулаларидан иборат бўлади, деб тахмин қилинади. Сув 0°C дан 4°C гача иситилганда уч қўшалок молекулалар диссоциланиб $(\text{H}_2\text{O})_2$ молекулаларини ҳосил қилади, бу молекулалар сувнинг зичлигини анча оширади; бунинг сабаби уларда иккита водород боғланиш борлиги бўлса керак. Сув яна қиздирилса, икки қўшалок молекулалар оддий молекулаларга ажралади ва сувнинг зичлиги аста-секин камайиб боради. Ҳатто 100°C да ҳам сувда ва сув буғида бир оз миқдор қўшалок молекулалар бўлади, шунга кўра 100°C да сув буғининг зичлиги сувнинг энг оддий формуласи H_2O дан бир оз фарқ қилади.

Сувнинг иссиқлик сиғими катта бўлишига ҳам сув иситилганда мураккаб молекулаларнинг диссоциланиши сабаб бўлади, дейиш мумкин. Диссоциланиш процессида иссиқлик ютилгани

учун, сув қиздирилганда иссиқлик температурани ошириш учунгина эмас, балки ассоциацияланган молекулаларнинг ажралиши учун ҳам сарф бўлади.

3- §. Сув буғи. Очиқ идишдаги ҳар қандай суюқлик снгари сув ҳам буғланади. Агар суюқлик солинган идиш бошқа бир бўш ёки ичида бирор газ бор идиш билан туташтирилса, у, ҳатто сув билан буғ орасида динамик мувозанат қарор топгунча, яъни вақт бирлиги ичида қанча молекула буғланса, шунча молекула қайтадан суюқликка ўтадиган ҳол юз бергунча буғланаверади. Суюқликнинг буғи айни суюқлик билан мувозанатда бўлса, у *тўйинган буғ* дейилади. Тўйинган буғнинг маълум температурадаги босими турли суюқликларда турлича бўлади. Масалан, сувнинг 20°C да тўйинган буғ босими 17,4 мм симоб устуни, спиртники — 43,9 мм симоб устуни, эфирники — 442 мм симоб устуни ва ҳоказо.

Буғланиш процесси эндотермик процессдир. Температура кўтарилиши билан мувозанат буғ ҳосил бўлиш томонига силжийди ва буғнинг концентрацияси ортади, шунинг учун тўйинган буғ босими ҳам ортади.

Сув буғининг турли температурадаги босими қуйидаги рақамлар билан ифодаланади.

Температура °C ҳисобида...	0	20	40	60	80	100
Босим мм симоб устуни ҳисобида	4,6	17,4	55,0	149,2	355,5	76,0

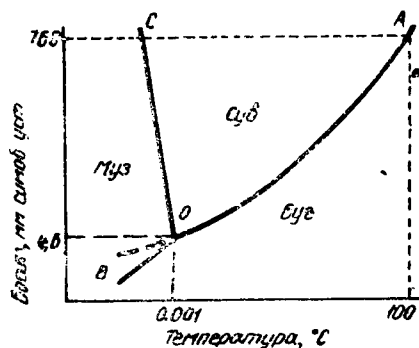
Ҳар қандай суюқлик буғи босими ташқи босим билан бараварлашганда суюқлик қайнайди. Нормал атмосфера босимида сувнинг қайнаш температураси 100°C га тенг, чунки бу температурада сув буғининг симоб устуни босими 760 мм га тенг бўлади.

Сув буғга айланганда кўп иссиқлик ютилади. Масалан, 100°C температурадаги 1 моль сувни шу температурада буғга айлантириш учун 9,7 ккал иссиқлик сарф қилиш керак. 1 моль буғ яна сувга айланганда ўшапча иссиқлик ажралиб чиқади.

4- §. Муз. 0°C температурада, одатдаги босим остидаги сув совитилса, қаттиқ ҳолатга — музга айланади. Аксинча, 0°C температурадаги муз иситилса, эриб, сувга айланади. Демак, 0°C да сувнинг буғ босими музнинг буғ босимига тенг бўлади. Бу температурада сув билан муз мувозанатда туради.

Бир моль сув музлаганда 1,42 ккал иссиқлик чиқади, бир моль муз эриганда эса худди шунча иссиқлик ютилади.

Сув музлаганда унинг ҳажми ортади, шу сабабли, музнинг солиштира оғирлиги 0,92 г/см³ га тенг, яъни муз сувдан енгил бўлади. Босим ошган сари сувнинг музлаш нуқтаси аввал пасаяди (масалан, 615 атм босим остида сув минус 5°C дагина музлайди), аммо кейин бориб (босим 2000 атм дан ошгандан сўнг), кўтарила бошлайди ва жуда катта босим остида сув 0°C дан



12- расм. Сувнинг ҳолатини ифодаловчи диаграмма.

юқори температурада музлайди. Текширишлар шунни кўрсатадики, босим 2000 атмосферадан юқори бўлганда, одатдаги муздан ташқари, солиштирма оғирликлари 1 г/см^3 дан катта бўлган тўрт хил муз бўлиши мумкин.

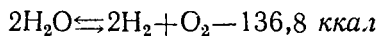
Муз ҳам, худди сув каби буғланади. Берк фазода унинг буғланишидан ҳосил бўладиган буғнинг босими айни температура учун муайян бир қийматга етгунча бу муз буғланаверади. Муз буғининг $0,01^\circ\text{C}$ даги босими сув буғининг $0,01^\circ\text{C}$ да-

ги босимиға, яъни симоб устуни ҳисобида 4,6 мм га тенг. Температура пасайган сари муз буғининг босими тез камаяди, муз буғининг босими минус 20°C да симоб устуни ҳисобида 0,8 мм га тенг бўлса, минус 50°C да атиги 0,3 мм ни ташкил этади. Шу сабабли, муз сувга қараганда анча секин буғланади.

Сув буғи босими билан температура орасидаги боғланиш ва, шунингдек, сув қандай шароитда бир вақтнинг ўзида турли фазаларда бўла олишини *сувнинг ҳолатини ифодаловчи диаграмма* (12- расм) дан кўриш мумкин. Бу диаграммадаги OA чизиқ сув босимини, OB чизиқ эса муз буғи босимини кўрсатадиган эгри чизиқлардир. OA эгри чизигининг нуқталари сув билан буғ қандай температура ва қандай босимда бир вақтнинг ўзида мувозанатда бўла олишини кўрсатади; OB эгри чизиқнинг нуқталари эса муз билан буғ орасидаги мувозанат шароитини кўрсатади. Иккала эгри чизиқ O нуқтада кесишади, бу нуқта учала фаза қандай температура ва қандай босимда мувозанатда бўла олишини кўрсатади. Шу сабабли, O нуқта *учлама нуқта* деб аталади, бу нуқтага 4,6 мм симоб устунига тенг бўлган босим ва $+0,01^\circ\text{C}$ температура тўғри келади. OC эгри чизиқ музнинг эриш нуқтасига босим таъсирини кўрсатади. Бу чизиқнинг ҳар бир нуқтасига муз билан сувни мувозанатда тутадиган маълум босим ва маълум температура мувофиқ келади. OA , OB ва OC эгри чизиқлар диаграмманинг бутун юзасини уч соҳага бўлади, буларнинг ҳар бири сувнинг учала агрегат ҳолатидан фақат бирининг барқарорлигига мувофиқ келади. AOC юзадаги нуқталарга тўғри келадиган температура ва босимларда сув фақат суяқ ҳолатда бўлиши мумкин. Диаграммада «муз» ва «буғ» деб кўрсатилган юзалардаги нуқталар ҳам, худди шунинг сингари, фақат қаттиқ ёки газсимон фазага тўғри келадиган температура билан босимларни белгилайди.

5- §. Сувнинг химиявий хоссалари. Сувнинг химиявий хоссаларидан, даставвал, унинг молекулалари қиздиришга жуда чи-

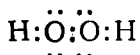
дамли эканлигини кўрсатиб ўтиш керак. Бироқ 1000°C дан юқори температурада сув водород билан кислородга сезиларли даражада диссоцилана бошлайди:



Бу процессда иссиқлик ютилганидан температуранинг кўтарилиши, Ле-Шателье принципа мувофиқ, мувозанатни ўнгга силжитиши керак эди. Аммо 2000°C да ҳам диссоциланиш даражаси атиги 1,8 процентни ташкил этади. Температура 1000°C дан пастроққа тушса, амалда, мувозанат сув ҳосил бўлиши томонига қараб бутунлай силжийди, деса бўлади, одатдаги температурада эса водород билан кислороднинг эркин молекулалари шу қадар оз ҳосил бўладики, ҳатто уни аниқлай олмаймиз.

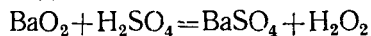
Водороднинг оғир изотопи дейтерий (*Д*) нинг кислород билан ҳосил қилган бирикмаси *оғир сув* деб аталади ва D_2O билан белгиланади. Табиатдаги сувнинг тахминан беш юз мингдан бир қисми оғир сувдир. Одатдаги сув гидролиз қилинса, парчалангани, аммо оғир сув электролиз вақтида парчаланмай, идиш тубига йиғила боради. Одатдаги сувнинг 165 тоннасидан 1 кг чамаси оғир сув олинади. Оғир сувнинг молекуляр оғирлиги 20 га тенг бўлади ва 100°C дан юқориқроқ температурада қайнайди. Оғир сув реакторларда сусайтиргич сифатида ишлатилади.

6- §. Водород пероксид. Водороднинг кислород билан ҳосил қилган яна бир бирикмаси **водород пероксид** H_2O_2 дир. Водород пероксид молекуласида кислород атомлари ўзаро қутбсиз боғланган, кислород атомлари билан водород атомлари қутбли боғланган бўлади, чунки умумий электронлар кислородга томон силжиган:



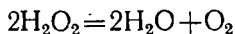
Водород пероксидда кучсиз кислота хоссалари бўлади. У ишқорлар билан ўзаро таъсир этиб, тузлар ҳосил қилади, бу тузлар *пероксидлар* деб аталади. Бунга барий пероксид BaO_2 мисол бўла олади.

Лабораторияда барий пероксидга H_2SO_4 таъсир эттириш йўли билан H_2O_2 олинади:

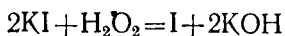


Саноатда водород пероксид олиш учун сульфат кислотанинг сувдаги эритмаси махсус шароитда электролиз қилинади. Бунда анодда кислород эмас, балки водород пероксид ажралиб чиқади.

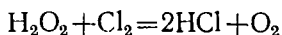
Тоза водород пероксид зичлиги 1,46 г/см³ бўлган рангсиз, қиймсимон суюқлик, 0,89°C температурада қотади. Водород пероксид сув билан исталган нисбатда аралашади. У сув билан кислородга осон ажралади:



Водород пероксиднинг сувдаги эритмаси анча барқарор бўлади; ёруғлик, иссиқлик ва айниқса катализаторлар, масалан, марганец (IV)-оксид водород пероксиднинг парчаланишини тезлаштиради. Водород пероксид актив оксидловчидир. Масалан, калий йодид H_2O_2 таъсирида оксидланиб, эркин ҳолатдаги йод ажратиб чиқаради:



Шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, H_2O_2 кучли оксидловчилар билан ўзаро таъсир этганда қайтарувчи ролини ўйнайди. Бунга хлор билан водород пероксид орасида борадиган реакция мисол бўла олади:



Бу реакцияда эркин ҳолдаги хлор қайтарилиб, нон ҳолидаги хлорга айланади.

Водород пероксид жун, ипак, мўйна ва шу кабиларни оқартиришда, шунингдек, ракета техникасида ишлатилади.

VII б о б

ЭЛЕМЕНТЛАР ДАВРИЙ СИСТЕМАСИНING БИРИНЧИ ГРУППАСИ

1-§. Умумий маълумот. Д. И. Менделеев даврий системасидаги биринчи группа элементлари атомларининг сиртқи қаватида фақат биттадан электрон бўлади. Бу группдаги айрим элементлар атомларининг сиртдан ҳисоблаганда иккинчи қавати ҳар хил тузилган бўлиб, ана шу элементларнинг хоссаларига катта таъсир этади. Шу сабабли биринчи группа элементлари иккита группачага — асосий ва қўшимча группачага бўлинган. Литий билан натрий (типик элементлар), шунингдек, калий, рубидий, цезий ва франций асосий группачани, мис, кумуш ва олтин қўшимча группачани ташкил қилади. Қуйида шу элементларни кўриб чиқамиз.

2-§. Литий. Элементнинг номи грекча «*литеос*» сўзидан олинган бўлиб, «*тош*» деган маънони билдиради. Швед олими Арфведзон темир конларидан чиқадиган петалит минералини анализ қилиб, литийни кашф этди. Маълум вақт ўтгандан кейин лепидолит минералида ҳам литий топилди. Литийнинг энг асосий минераллари лепидолит $\text{KLi}_2\text{Al}(\text{Si}_6\text{O}_{10})(\text{Fe}, \text{OH})_2$ ва сподумен $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$ минералларидир. Литий элементи петолит $(\text{Li}, \text{Na})\text{AlSi}_4\text{O}_{10}$, литиофиллит $(\text{Li}, \text{Mn}, \text{Fe})\text{PO}_4$ таркибли минералларда ҳам бўлади. Соф литий зичлиги $0,534 \text{ г/см}^3$ бўлган кумуш ранг, химиявий жиҳатдан жуда

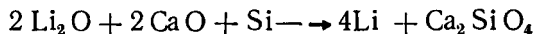
актив металл бўлиб, 200°C дан юқори температурада ўт олади. Литий одатдаги шароитда кислород билан бирикиб Li_2O таркибли азот билан бирикиб эса Li_3N таркибли бирикма ҳосил қилади. Шу хоссасига кўра литий инерт газларни кислород билан азотдан то-залашда ишлатилади.

Соф ҳолдаги литий фтор, хлор, бром, йод буғида ўз-ўзидан ўт олиб кетади; олтингугурт, углерод, водород ва бошқа металл-маслар билан эса фақат қиздирилганда бирикади. Чўғ ҳолати-даги литий карбонат ангидридда ҳам ёнади. Бу металл концен-трланган сульфат кислотада ёмонроқ, суюлтирилган кислоталар-да эса яхши эрийди. Литийга концентрланган нитрат кислота таъсир эттирилса, жуда тез оксидланади ва, ҳатто, ёниб ҳам кетади.

Литий металллар билан ўзаро таъсир этиб, интерметалл бирик-малар* ҳосил қилади. Масалан, литийнинг LiHg_2 , LiMg_2 , LiAl ва бошқа интерметалл бирикмалари маълум. Унинг Mg , Zn , Al ва бош-қа металллар билан интерметалл бирикмаларигина эмас, балки қаттиқ эритмалари ҳам бор. Литий билан магний орасида бир қадар ўх-шашлик бор. Масалан, магнийнинг MgCO_3 ва $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ таркибли тузлари сувда ёмон эрийди, литийнинг LiCO_3 ва $\text{Li}_3(\text{PO}_4)_2$ таркиб-ли тузлари ҳам сувда ёмон эрийди; магний аччиқтошлар ҳосил қилмагани каби, литий ҳам аччиқтошлар ҳосил қилмайди ва ҳоказо.

Соф ҳолдаги литий икки усулда ажратиб олинади. Булардан бири литий хлориднинг калий хлорид билан 1:1 нисбатда ҳосил қилган қотишмасини $450 - 500^{\circ}\text{C}$ температурада суюқлантириб, сўнгга электролиз қилишдан иборат. Қотишма суюқланмаси элект-ролиз қилинганда катодда (темир стерженда) литий томчилари аж-ралиб чиқади; анод вазифасини прессланган кўмир стержень ўтайди.

Кейинги вақтларда LiBr_2 ва AlBr_3 аралашмаси нитробензолда ёки пиридинда эритилиб, ҳосил бўлган эритмани электролиз қилиш йўли билан соф литий олинади. Бундай электролиз вақтида ҳам ка-тодда литий ажралиб чиқади, алюминий эса эритмада комплекс бирикма тарзида бўлади. Литий ажратиб олишнинг иккинчи усули вакуум усул бўлиб, бунда Li_2O билан CaO аралашмаси алюминий ёки ферросилиций (темир билан кремний қотишмаси) иштирокида 10^{-6} мм вакуумли найсимон печда қайтарилади:



Реакцияда ҳосил бўлган литий печнинг совитилиб турган қис-мига йиғилади.

Литий метали қотишмалар тайёрлашда ишлатилади. Литий гидроксид ишқорий аккумуляторлар тайёрлашда, литий оксид

* Металлларнинг металллар билан ҳосил қилган бирикмалари интерметалл бирикмалар дейилади (*Ред.*).

сопол ва шиша саноатида, литий хлорид эса ҳавони конденсатлашда ишлатилади. Литий гидрид ва литий бор-гидриддан ракеталар учун ёқилғи сифатида, литий метали ва тузларидан эса реакторларда нейтронлардан сақланиш мақсадида фойдаланилади.

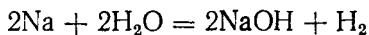
Агар алангага литий тузи киритилса, аланга таъсиридан туз парчаланиб, ҳосил бўлган литий буғлари алангани қизил тусга бўйяди. Шунинг учун литий тузларидан пиротехникада фойдаланилади. Литий стеарат тез юрар двигателлар учун сурков мойи сифатида ишлатилади. Литийнинг изотопи ${}^6\text{Li}$ тритий (${}^3\text{H}$) ишлаб чиқаришда, ${}^7\text{Li}$ уран реакторларида қўлланилади.

3-§. Натрий. Натрий ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан 2,4% ни ташкил этади. Натрий зичлиги 0,97 га тенг бўлган кумуш ранг тусли юмшоқ (пичоқ билан кесиладиган) металл. Унинг энг кўп тарқалган бирикмаси ош тузи — натрий хлорид NaCl дир. Натрий ўз бирикмаларида мусбат бир валентли бўлади. Натрийнинг натрий сульфат Na_2SO_4 , натрий нитрат NaNO_3 бирикмалари маълум. Натрий сульфатнинг $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ таркибли гидрати — мирабилит Каспий денгиздаги Қора бўғоз-Гўлда жуда кўп. Дэви 1807 йилда суюқлантирилган NaOH ни электролиз қилиш орқали натрий олишга муваффақ бўлди. Бунда катодда $\text{Na}^+ + e \rightarrow \text{Na}$, анодда $4\text{OH}^- \rightarrow 4e + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ процесслар содир бўлади. Ҳозир ҳам бу усулдан фойдаланилади. Асосан, натрий метали суюқлантирилган ош тузи NaCl ни электролиз қилиш йўли билан олинади. Шунинг ҳам айтиш керакки, ош тузи анча юқори (800°C чамаси) температурда суюқланади. Унинг суюқланиш температурасини пасайтириш учун унга 25% натрий фторид ва 12% калий хлорид қўшилади. Бундай аралашманинг суюқланиш температураси 650°C дан ошмайди. Электролиз вақтида катодда натрий, анодда эса хлор ажралиб чиқади. Ҳосил қилинган натрий керосин тагида сақланади.

Натрий элементининг барқарор изотопи битта бўлиб, унинг масса сони 23 га тенг; натрийнинг масса сонлари 21, 22, 24 ва 25 бўлган яна тўртта сунъий радиоактив изотоплари маълум.

Натрий тузлари алангага киритилганида аланга сариқ тусга киради. Натрий ҳавода жуда тез оксидланади ва, ҳатто, ёниб ҳам кетади, шунинг учун у лабораторияларда керосин ёки бензинда сақланади.

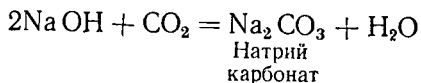
Натрий олтингургурт ва галогенлар билан одатдаги шароитда, бевосита бирикади. Натрий кислород билан бирикиб, Na_2O таркибли оксид ва Na_2O_2 таркибли пероксид ҳосил қилади. Одатдаги шароитдаёқ сув билан тезда реакцияга киришиб, водородни сиқиб чиқаради ва ўзи оксидланиб, натрий гидроксид ҳосил қилади:



Натрий
гидроксид

Натрий гидроксид оқ тусли, сувда яхши эрийдиган модда. У сувда эриганда сув билан ҳар хил гидратлар ҳосил қилади, бунинг натижасида кўп миқдор иссиқлик чиқади. Натрий гидроксид кучли ишқорлар жумласига киради ва ишқорлар ичида энг арзон туради, шу сабабли у саноатда жуда кўп ишлатилади. NaOH ош тузининг сувдаги эритмасини электролиз қилиш йўли билан олинади. Натрий гидроксид терини куйдиради, кўзга тушса кўр қилади, шу сабабли у билан ишлашда жуда эҳтиёт бўлиш зарур.

NaOH билан CO₂ нинг ўзаро таъсиридан натрий карбонат ҳосил бўлади:

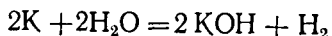


Натрий ишқори сунъий ипак ишлаб чиқаришда, кўнчилик, тўқимачилик, совунгарлик, нефть саноатида ва бошқа кўп соҳаларда ишлатилади. Натрийнинг баъзи тузлари медицинада ҳам ишлатилади.

4-§. Калий. Ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан 2,35% калий бўлади. Калий зичлиги 0,86 г/см³ бўлган кумуш ранг тусли юмшоқ металлдир. Унинг учта табиий ва бешта сунъий изотопи бор.

Калий химиявий жиҳатдан актив элемент бўлганлиги учун табиатда соф ҳолда учрамайди, балки кўпгина бирикмалар таркибига кирган ҳолда бўлади. Калий бирикмаларининг энг муҳимлари калий силикатлар — слюда, дала шпати ва бошқалардир. Калий сильвинит (KCl · NaCl), карналлит (KCl · MgCl₂ · 6H₂O), каинит (KCl · MgSO₄ · 3H₂O), глазерит (Na₂SO₄ · 3K₂SO₄) деб аталадиган муҳим минераллар таркибига ҳам киради. Сильвинит билан карналлит минералларининг катта конлари СССР да Соликамскдадир. Калийли минераллар кони ҚҚАССРнинг Тубе-Гатан ва ЎзССРнинг Қарши областида ҳам бор.

Калий метали суюқлантирилган калий хлорид ёки калий гидроксидни электролиз қилиш йўли билан олинади. Калий ниҳоятда актив металл ва кучли қайтарувчи элементдир. У натрийдан ҳам тез оксидланади ва сувга натрийдан ҳам кучлироқ таъсир этади, шу сабабли калий керосин ичида сақланади. Калий сув билан ўзаро таъсир этганда калий гидроксид ҳосил бўлиб, водород ажралиб чиқади:



Калий кислород билан реакцияга киришиб, K₂O таркибли оксид ва K₂O₂, K₂O₄ таркибли пероксидлар ҳосил қилади. K₂O₂ ва K₂O₄ кучли оксидловчилар. Калий гидроксид оқ тусли, сувда яхши эрийдиган қаттиқ модда бўлиб, кўпинча калий хлорид эритмасини электролиз қилиш йўли билан олинади. У кучли асос-

лар жумласига киради. КОН ўювчи модда бўлганлиги учун у билан ишлашда эҳтиёт бўлиш керак.

Калий гидроксид ҳаводаги карбонат ангидрид билан тезда реакцияга киришади, шунинг учун у маҳкам беркиладиган идишларда сақланади. У суюқ совун тайёрлашда ва бошқа мақсадларда ишлатилади.

Калийли баъзи тузлардан, масалан, калий ацетат, калий бромид, калий йодид ва бошқалардан медицинада, калий карбонатдан эса шиша тайёрлашда фойдаланилади.

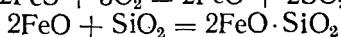
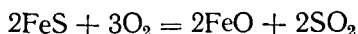
Калий ўсимликлар учун зарур озиқ элементли бўлганлигидан унинг кўпгина бирикмалари, масалан, калий хлорид, калий нитрат, калий сульфат ва бошқалар, шунингдек, таркибида калий бўладиган силвинит, карналлит ва каинит ўғит сифатида ишлатилади.

5- §. Мис. Мис табиатда соф ҳолда ниҳоятда кам учрайди. У асосан химиявий бирикмалар таркибида бўлади. Соф мис қизғиш тусли пластик металл бўлиб, зичлиги $8,93 \text{ г/см}^3$ га тенг. 1083°C температурада суюқланади. Иссиқликни ва электрни яхши ўтказиши.

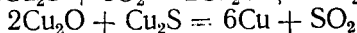
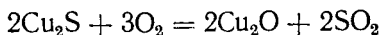
Миснинг мис ялтироғи (Cu_2S), мис колчедани (CuFeS_2), куприт (Cu_2O), малахит $[\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2]$ каби бирикмалари табиатда энг кўп учрайди.

Табиий мис бирикмаларининг мис ажратиш олиш учун иқтисодий жиҳатдан мақбул бўлганлари *мис рудалари* деб аталади. Мис рудаларида, мис бирикмаларидан ташқари, анчагина бекорчи жинслар ҳам бўлади. Шунинг учун руда мис ажратиш олишдан олдин турли усулларда ана шу жинслардан маълум даражада тозаланади. Бу процесс рудани *бойитиш* деб аталади.

Миснинг энг кўп миқдори (80% чамаси) унинг олтингугуртли бирикмаларидан (рудаларидан) олинади. Бунинг учун бойитилган руда махсус печларда куйдирилиб, олтингугуртнинг бир қисми SO_2 ҳолида чиқариб юборилади, сўнгра суюқлантирилиб, штейн деб аталадиган суюқланма (CuS билан FeS ва бошқалар аралашмаси) ҳосил қилинади, суюқ штейнни горизонтал конвекторда флюс (қумтупроқ) қўшиб бессемерлаш (ҳаво ёки кислород ҳайдаш) йўли билан мис олинади. Бекорчи жинсларни суюқлантириб, шлакка айлантатириш учун штейнга флюс қўшилади. Штейнни бессемерлаш вақтида қуйидаги реакциялар бо-
ради:



шлак



мис

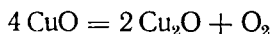
Бессемерлаш натижасида ҳосил қилинган мис *хомаки мис* деб аталади, чунки унга 0,8% гача олтингугурт, 0,1% гача те-

мир, 0,5% гача никель, озроқ олтин, кумуш ва бошқа қўшимчалар аралашган бўлади.

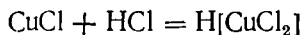
Хомаки мисни электролиз орқали тозалаш йўли билан тоза мис олинади. Бунда электролит сифатида мис купоросининг сувдаги эритмаси аралашмасидан фойдаланилади. Электролитик ваннага анод сифатида хомаки мис қуймалари, катод сифатида эса тоза мисдан тайёрланган юпқа пластинкалар ишлатилади. Электродларга паст кучланишдаги (0,4 вольт) доимий ток берилади. Электролиз вақтида аноддаги мис эриб, катод сиртига ўтира боради. Аноддаги (хомаки мисдаги) қўшимчалар электролизер тубига балчиқ тарзида чўкади. Чўкма қайта ишланиб, ундан баъзи металллар (масалан, олтин, кумуш, никель ва бошқалар) ажратиб олинади.

Тоza мис, асосан, электротехникада ишлатилади. Мис қотишмалари бронза, латунь, константан ва бошқалардан техниканинг бошқа соҳаларида фойдаланилади.

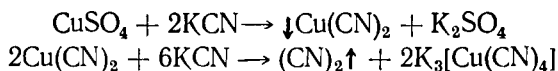
Мис асосан икки валентли, айрим бирикмаларда эса бир валентли бўлади. Мис кислород билан икки хил оксид: қизил тусли мис (I)- оксид Cu_2O ва қора тусли мис (II)- оксид CuO ҳосил қилади. Бу оксидларнинг беқарорроғи CuO дир. Ҳавода мис қиздирилганда олдин мис (II)- оксид ҳосил бўлади. 800°C температурада мис (II)- оксид мис (I)- оксидга айланади:



Мис (I)- оксид икки валентли мис тузига ишқор қўшиб, кучли қайтарувчи иштирокида қиздирилганда ҳам ҳосил бўлади. Мис (I)- оксид амфотер оксид. Cu_2O ишқорларда эриб, комплекс бирикма ҳосил қилади. Бир валентли миснинг галогенлар билан ҳосил қилган бирикмалари қаттиқ моддалар бўлиб, сувда яхши эримайди, аммо галогенид кислотада эриб, комплекс бирикма ҳосил қилади:



Комплекс бирикмаларда миснинг бир валентли ҳолати барқарордир. Масалан, CuSO_4 эритмасига мўл KCN эритмаси қўшилса, қуйидаги реакция содир бўлиб жуда барқарор комплекс $\text{K}_3[\text{Cu}(\text{CN})_4]$ ҳосил бўлади (циан газни чиқиб кетади):



Мис билан Cu_2O аралашмаси электрик тўғрилагичлар тайёрлаш учун ишлатилиши мумкин. Кемаларнинг сув ости қисмлари Cu_2O қўшилган бўёқ билан бўялса, коррозиябардош бўлади.

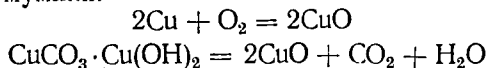
Мис (II)-хлоридга мис қўшиб, H_2SO_4 иштирокида қиздириш йўли билан мис (I)-хлорид Cu_2Cl_2 ҳосил қилинади:



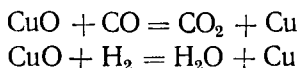
Бу модда кислородда бевосита оксидланадиган учувчан моддадир. Мис билан олтингугуртнинг юқори босим остида бирикишидан,

мис (I)-сульфид (Cu_2S) ҳосил қилиш мумкин. Мис водород билан бирикиб гидрид (CuH)₁, азот билан бирикиб эса нитрид (Cu_3N) ҳосил қилади.

Мисни ҳавода 800°C дан паст температурагача қиздириш ёки мис тузларини қиздириб парчалаш йўли билан мис (II)-оксид CuO ҳосил қилиш мумкин:



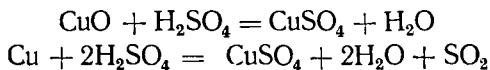
Мис (II)-оксид анча кучли оксидловчи. Масалан, у углерод (II)-оксидни оксидлаб карбонат ангидридга, водородни оксидлаб сувга айлантиради:



Мис (II)-оксид амфотер оксид, унинг асос хоссалари анча кучли; CuO сувда жуда оз эрийди. Мис (II)-гидроксид $\text{Cu}(\text{OH})_2$ сувда оз эрийдиган қаттиқ модда бўлиб, амфотер ҳолатда ҳам, кристалл ҳолатда ҳам учрайди. Аморф $\text{Cu}(\text{OH})_2$ — ҳаво ранг тусли беқарор модда, мис (II)-оксид билан сувга осон ажралади.

Кристалл ҳолатдаги $\text{Cu}(\text{OH})_2$ анча барқарордир.

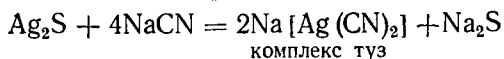
Мис тузларидан мис (II)-сулфат CuSO_4 амалда кўп қўлланилади. Бу туз ўз эритмасидан мис купороси (тўтиёйи) деб аталадиган кўк тусли кристаллгидрат ҳолида чўкмага тушади. Мис купороси бўёқлар тайёрлашда ва ўсимликларнинг зараркунандаларига қарши курашда ишлатилади. Бу модда мис (II)-оксидга ёки мисга сульфат кислота таъсир эттириш йўли билан олинади:



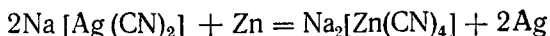
Мис тузлари билан ишлашда жуда эҳтиёт бўлиш керак, чунки улар заҳарлидир.

6-§. Кумуш. Кумуш табиатда соф ҳолда ҳам, бирикмалар ҳолида ҳам учрайди. Соф кумуш зичлиги $10,5 \text{ г/см}^3$ бўлган оқ тусли металл. Унинг суюқланиш температураси $960,5^\circ\text{C}$ га тенг.

Кумушнинг табиий бирикмаларидан энг муҳими кумуш сульфид Ag_2S дир. У ҳар хил рудаларда, масалан, қўрғошин рудасида, мис рудасида, шунингдек, полиметалл рудаларда ва бошқаларда бўлади. Кумушли жинсдан кумуш ажратиб олиш усуллари билан бири шундан иборатки, жинс кукун ҳолига келтирилгач, унга натрий цианид NaCN эритмаси таъсир эттирилади:

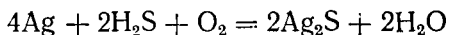


Ҳосил бўлган комплекс туз сувда эритилиб, унга рух таъсир эттирилганда рух кумушни сиқиб чиқаради:

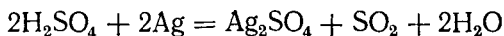


Соф кумуш электрни ва иссиқликни мисдан ҳам яхши ўтказди, бу жиҳатдан у биринчи ўринда туради.

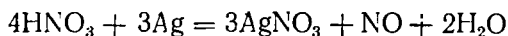
Кумуш анча юмшоқ металл бўлгани учун тоза ҳолда жуда кам ишлатилади. Асосан унинг мис билан ҳосил қилган қотишмаси ишлатилади. Кумуш ҳатто қиздирилганда ҳам оксидланмайди, яъни у коррозиябардош металлдир. Ҳавода водород сульфид кумушни қорайтиради, чунки унинг сиртида қора тусли кумуш сульфид пардаси ҳосил бўлади.



Кумуш концентрланган қайноқ сульфат кислотада ва нитрат кислотада эриб, кумуш тузлари ҳосил қилади..

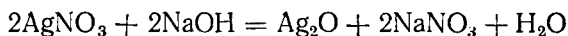


кумуш
сульфат



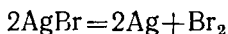
кумуш
нитрат

Кумуш тузига масалан, кумуш нитратга ишқор эритмаси таъсир эттирилса, кумуш оксид ҳосил бўлади:



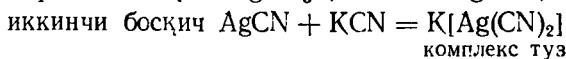
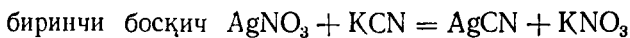
кумуш
оксид

Кумуш ўз бирикмаларида, одатда, бир валентли бўлади. Кумуш тузларининг амалий аҳамияти катта. Масалан, кумуш нитрат кўзгу тайёрлашда, гальванотехникада ва бошқа кўп соҳаларда ишлатилади; кумуш бромид AgBr дан фотографияда фойдаланилади, у фотопластинка, фотоқоғоз, фотопленканинг ёруғлик сезгир қатлами таркибига киради. Кумуш бромид ёруғликда ўз-ўзидан парчаланиб, кумуш метали ажратиб чиқаради:



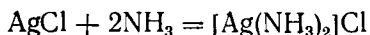
AgBr нинг фотографияда ишлатилиши унинг ана шу хусусиятига асосланган. Кумушнинг цианли комплекс бирикмалари буюмларни гальваник усулда кумушлашда ишлатилади.

Сиртига кумуш қопланиши керак бўлган буюм комплекс туз эритмаси солинган гальваник ваннага туширилади, бунда буюм сиртида бир текис ва силлиқ кумуш қавати ҳосил бўлади. Кумушнинг цианли комплекс тузи кумуш нитрат эритмасига мўл миқдорда калий цианид қўшиш йўли билан ҳосил қилинади. Бунда реакция икки босқичда боради:

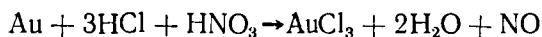


комплекс туз

Кумушнинг жуда оз эрийдиган бирикмалари, масалан, кумуш хлорид AgCl аммиакнинг сувдаги эритмасида эриб, кумушнинг комплекс бирикмаларини ҳосил қилади:

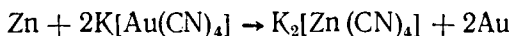


7- §. Олтин. Au ҳам I группанинг қўшимча группасига киради. У химиявий таъсиротларга ниҳоятда барқарор элемент. Олтин зар сувидагина эрийди, бунда қуйидаги реакция содир бўлади:



Ҳосил бўлган AuCl_3 ортиқча HCl билан бирикиб, HAuCl_4 таркибли комплексга айланади. Олтиннинг цианидли комплекси $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_4]$ янада барқарор бўлгани учун Багратион усулида олтин ҳосил қилишда бу ҳол назарда тутилади. Агар KCN эритмасига таркибида кристалл ҳолидаги олтин бўлган қум солинса, қуйидаги реакция содир бўлиб, олтин эритмага ўтади: $2\text{H}_2\text{O} + 4\text{Au} + 8\text{KCN} + \text{O}_2 \rightarrow 4[\text{Au}(\text{CN})_4] + 4\text{KOH}$.

Сўнгра $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_4]$ эритмасига рух таъсир эттирилса, соф олтин ажралиб чиқади:



Соф олтин олиш учун хомаки олтин электролиз усулида тозланади.

Олтин — сариқ тусли ялтироқ металл. У ниҳоятда болғунувчан, 1 г олтиндан 35 км сим тайёрлаш мумкин. Олтин иссиқлик ва электрни жуда яхши ўтказади. У юмшоқ бўлгани учун фақат кумуш ва мис билан бирга қотишмалар ҳолида ишлатилади. Олтин заргарликда, медицинада, техникада электр контактлар учун ишлатилади. Табиатда туғма ҳолда учрайди. У ўз бирикмаларида асосан уч ва бир валентли бўлади. Унинг муҳим бирикмаларидан: Au_2O_3 , Au_2S , AuCl , $\text{AuCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{H}[\text{Au}(\text{NO}_3)_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}[\text{Au}(\text{SO}_4)_2]$, $\text{H}[\text{Au}(\text{CN})_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_4]$ ва бошқалар мавжудлигини айтиб ўтаемиз.

VIII б о б

ЭЛЕМЕНТЛАР ДАВРИЙ СИСТЕМАСИНING ИККИНЧИ ГРУППАСИ

1- §. Умумий маълумот. Элементлар даврий системасининг иккинчи группасига 2 та группача — асосий ва қўшимча (ёнаки) группача киради. Асосий группача типик элементлар: бериллий Be , магний Mg ва кальций группачаси: кальций Ca , стронций Sr , барий Ba ва радий Ra элементлари, қўшимча группачага эса рух группачаси: рух Zn , кадмий Cd , симоб Hg элементлари киради. Кальций группачаси элементлари ишқорий-ер металлар деб аталади.

2- §. Иккинчи группанинг асосий группача элементлари. Бу элементлар ўз хоссалари жиҳатидан бир-бирига ўхшайди, аммо маълум даражада бир-биридан фарқ қилади. Уларнинг хоссаларини чуқурроқ текшириш шуни кўрсатадики, кальций, стронций, барий ва радий элементларининг хоссалари бир-бирига кўпроқ ўхшайди, биринчи элемент, яъни бериллий алюминийга ўхшаб кетади, иккинчи элемент магний эса қўшимча группачадаги рухга ўхшайди. Кальций, стронций ва барий ишқорий-ер металллар деб аталади, чунки қадим замонда кўпгина оксидлар «ерлар» деб юритилар эди, масалан, тупроқнинг асосий қисми бўлган алюминий оксид Al_2O_3 ни алхимиклар «ер» деб атаганлар. Кальций, стронций ва барий оксидлар сув таъсирида ишқор ҳосил қилгани учун, бу элементлар ишқорий-ер металллар деб аталган; бу термин ҳозир ҳам ишлатилиб келади. Асосий группача элементларининг радийдан бошқалари енгил металллардир, фақат радий оғир металл. Ишқорий-ер металлларнинг суоқланиш температураси, қаттиқлиги ишқорий металлларникига қараганда юқорироқ. Радий эса радиоактивлиги жиҳатидан бошқалардан фарқ қилади. Асосий группача элементларининг ҳаммаси барқарор бирикмаларида мусбат икки валентли бўлади, уларнинг ионлари рангсиздир. Асосий группача элементлари активлик қаторида анча олдинда туради ва электрик манфий элементлар билан бирикади.

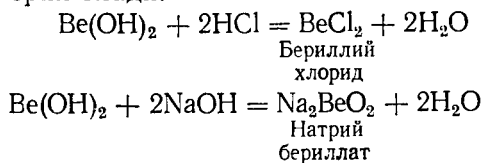
Ишқорий-ер металллар актив бўлиб, уларнинг активлиги кальцийдан барийга томон ортиб боради. Барий активлиги жиҳатидан ишқорий металлларга энг ўхшаш элементдир. Улар ҳавода осон оксидланади ва сувдан водородни анча шиддатли равишда сиқиб чиқариб, гидроксид ҳосил қилади. Уларнинг гидроксидлари кучли ишқорлардир. Бериллий ва магний сув билан реакцияга секин киришади, чунки гидроксидлари сувда қийин эриганлигидан металл сиртини қоплаб олади ва реакциянинг боришини сусайтиради. Ишқорий-ер металллар кислород билан бирикиб MeO типдаги оксидлар, жуда оз миқдорда эса MeO_2 типдаги пероксидлар ҳосил қилади. Шу билан бирга ҳаводаги азот билан бирикиб, Me_3N_2 типдаги нитридлар ҳосил қилади. Ишқорий-ер металлларнинг пероксидлари ишқорий металлларнинг пероксидларига қараганда беқарор бўлади. Ишқорий-ер металлларнинг оксидлари сув билан бирикиб, гидроксид ҳосил қилади. Оксидларнинг сув билан бирикиши, гидроксидларнинг сувда эриши ва уларнинг ишқорий хоссалари бериллийдан барийга томон ортиб боради. $Be(OH)_2$ амфотер гидроксиддир, у BeO_2^{2-} аниони ҳосил қилади. Барий гидроксид $Ba(OH)_2$ кучли ишқор бўлганидан, ўювчи барий деб ҳам аталади. Ишқорий-ер металлларнинг гидридлари, яъни водород билан ҳосил қилган бирикмалари MeH_2 типда бўлади ва ишқорий металлларнинг гидридларига ўхшаш, улар ҳам тузсимон гидридлар жумласига киради. Уларда водород электрик манфий, металллар эса электрик мусбат ионлардир. Бу элементларнинг кўп тузлари, масалан, сульфат, карбонат, фос-

фат ва фторидлари сувда эримайди. Хлорид, бромид, йодид ва нитратлари эса сувда яхши эрийди.

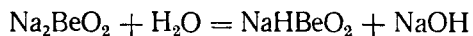
3-§. Бериллий. Бериллий нодир элементлар жумласига киради. Табиатда унинг барқарор битта изотопи маълум; сунъий йўл билан эса ${}^7\text{Be}$, ${}^8\text{Be}$, ${}^{10}\text{Be}$ изотоплари олинган. Бериллий эркин ҳолда учрамайди. У минераллар таркибига киради. Бу минераллардан кўпроқ учрайдигани бериллий алюминосиликат $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ дир, у *берилл* деб аталади.

Бериллий таркибдаги қўшимчаларига қараб хира оқ, ҳаво ранг, яшил ва олтин ранг бўлади.

Берилл минералидан даставвал бериллий хлорид ёки бериллий оксифторид олинади, сўнгра уларни электролиз қилиш йўли билан бериллий метали ажратиб олинади. Бериллий оч кул ранг тусли қаттиқ металл бўлиб, шишани чиза олади. Одатдаги температурада мўрт бўлади, қиздирилганда эса пластик ҳолатга ўтади. Бериллий енгил металл бўлиб, зичлиги $1,9 \text{ г/см}^3$ га тенг; суюқланиш температураси 1284°C га, қайнаш температураси эса 2970°C га тенг. Яхлит бериллий сув ва ҳаво таъсирига чидамли, чунки унинг сиртида зич оксид парда ҳосил бўлади ва бу парда уни оксидланишдан сақлайди. Аммо қиздирилганда, айнақса, кукун ҳолида кислород, хлор, азот ва кўпгина металлмаслар билан осон бирикади. Бериллий кислоталарда осон эриб, водородни сиқиб чиқаради ва тузлар ҳосил қилади. Бериллий ишқорларда ҳам эриб, *бериллатлар* ҳосил қилади. Демак, бериллийда амфотерлик хоссалари бор. Бериллий рентген нурларини кам ютади. Унинг бу хусусиятидан фойдаланиб, рентген пайларидан рентген нурларини чиқариш учун найга юпқа қилиб бериллий қопланади. Бериллий баъзи пўлатларнинг сиртига ҳам қопланади, бу процесс пўлатни *бериллийлаш* деб аталади. Бериллий қопланган пўлатларнинг сирти қаттиқ ва мустаҳкам бўлиб, иссиққа чидайдиган ва газлар таъсирида юқори температурада ҳам коррозияланмайди. Мисга озгина бериллий қўшилса, унинг мустаҳкамлиги ва химиявий барқарорлиги ортади ҳамда эластик бўлиб қолади. Бериллий қўшилган мис *бериллийли бронза* деб аталади. Бериллийли бронзадан машиналарнинг муҳим қисмлари ва сифатли пружиналар тайёрланади. BeO оқ тусли, қийин суюқланидиган ва ўтга чидамли бўлгани учун турли химиявий тигеллар ҳамда найлар тайёрлашда ишлатилади. Бериллий оксид сув билан осон бирикиб, бериллий гидроксид $\text{Be}(\text{OH})_2$ ҳосил қилади. Бериллий тузлари эритмасига NH_4OH ёки оз миқдорда KOH ёхуд NaOH қўшилса, оқ ивиқ чўкма — $\text{Be}(\text{OH})_2$ ҳосил бўлади. $\text{Be}(\text{OH})_2$ сувда қарийб эримайди, унда амфотерлик хоссалари бўлади. $\text{Be}(\text{OH})_2$ кислоталарда ҳам, ишқорларда ҳам эрий олади:



$\text{Be}(\text{OH})_2$ нинг кислоталик хоссаллари жуда кучсиз, шунинг учун улар сувда осон гидролизланади:



Бериллийнинг Be_3N_2 , Be_3C ва BeC таркибли бирикмалари маълум. Бериллий галогенидларининг энг муҳимлари BeCl_2 ва BeF_2 дир. Бериллий хлорид, фторид, карбонат ва сульфатлар сувда яхши эрийди. Бериллий тузлари ширин, мазали, аммо заҳарли бўлади.

4-§. Магний. Магний табиатда энг кўп тарқалган металлдан бирidir. У табиатда учрайдиган учта барқарар изотоп аралашмасидан иборат: Mg^{24} — 78,70 %, Mg^{25} — 10,13 % ва Mg^{26} — 11,17 %. Сунъий йўл билан магнийнинг тўртта радиоактив изотопи олинган. Тоza магний метали 1808 йилда олинган, аммо магний бирикмалари — магний сульфат ва магний карбонат қадимдан маълум бўлиб, медицинада ишлатилади. Магний табиатда соф ҳолда учрамайди. Унинг магнезит MgCO_3 ва доломит $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ деб аталадиган бирикмалари катта уюмлар ҳосил қилган; карналлит $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, каинит $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ва кизерит $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ минералларнинг катта конлари бор. Магнийнинг тальк $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ва асбест $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ каби силикатлари мавжуд. Магний тузлари — магний сульфат, магний хлорид ва магний бромид денгиз сувида ҳам бўлади. Ўсимлик организмиде ҳам магний учрайди. Баъзи сув ўсимликларида 3 % гача магний бўлади. Магний ўсимликлардаги хлорофилл таркибига киради, демак, ўсимликларда бўладиган фотосинтез процессида магний бирикмаси иштирок этади. Соф магний суюқлантирилган магний хлоридни ёки карналлитни электролиз қилиш йўли билан олинади. Магнийнинг зичлиги $1,74 \text{ г/см}^3$ га, суюқланиш температураси 651°C га, қайнаш температураси эса 1107°C га тенг. Магний ҳавода оксидланганида унинг сирти оксид парда билан қопланади; бу оксид парда уни яна оксидланишдан сақлайди. Ҳавода $550 - 600^\circ$ гача қиздирилса, кўзни қамаштирарли даражада оқ шуъла билан ёнади. Совуқ сув билан реакцияга киришиб, водород ажратиб чиқаради ва $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ҳосил қилади. Магний суюлтирилган кислоталарга ҳам яхши таъсир этиб, водород ажратиб чиқаради. Қиздирилганда магний кўпчилик металлмаслар ва металллар билан бирикади. Техникада магний асосан қотишмалар тарзида катта аҳамиятга эга. Магний қотишмалари енгил бўлганлиги учун самолётсозликда, автомобилсозликда ва ракетасозликда ишлатилади. Магний қотишмаларида оз миқдор Al , Zn , Mn ва бошқа металллар бўлгани учун, улар қаттиқ, пухта ва коррозиябардош бўлади. Соф магний фотография ва пиротехникада ишлатилади, чунки у ёнганда равшан ёруғлик ҳосил бўлади. Бунда магний кукунига таркибида кислород кўп бўлган моддалар, масалан, селитра қўшилади. Магнийдан резина саноатида ҳам фойдаланилади.

Магний кислород билан бирикиб MgO таркибли оксид ҳосил қилади. Магний ёндирилганда унинг кўп қисми ҳаво қислороди билан бирикиб MgO , оз қисми эса азот билан бирикиб Mg_3N_2 ҳо-

сил қилади. Магний гидроксид $Mg(OH)_2$ ва кислородли кислота-ларнинг $MgCO_3$, $Mg(NO_3)_2$ каби тузлари қиздирилганда ҳам MgO ҳосил бўлади. Магний оксид ғовак оқ кукун бўлиб, ниҳоятда ўтга чидамлидир. Табиатда учрайдиган кристалл ҳолидаги MgO минерали *периклаз* деб аталади. Сув ва кислоталар кристалл ҳолат-даги MgO га секин, кукун ҳолидаги MgO га эса кучли таъсир этади. MgO ўтга чидамли гиштлар тайёрлашда ишлатилади, меди-цинада эса ундан кислоталар билан заҳарланган кишиларни даво-лашда фойдаланилади.

Магний пероксид MgO_2 эркин ҳолда олинмаган, у магний гид-рат ҳолида тўқимачилик саноатида газламаларни оқартиришда ва медицинада ишлатилади. MgO га ёки магний кукунига сув таъсир эттирилса, ёхуд магний тузлари эритмасига ишқор таъсир эттирил-са, магний гидроксид $Mg(OH)_2$ оқ чўкма ҳолида ҳосил бўлади. $Mg(OH)_2$ сувда оз эрийди, у ўртача кучдаги асосдир. $Mg(OH)_2$ та-биатда минерал ҳолида ҳам учрайди, бу минерал *бруцит* деб аталади.

Магнийнинг муҳим тузларидан бири магний сульфат $MgSO_4$ дир. Унинг табиатда учрайдиган минераллари жумласига кизерит $MgSO_4 \cdot H_2O$, тахир туз $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, мирабилит $MgSO_4 \cdot 10H_2O$, астраханит $Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$ киради. Магний сульфат эритма-дан $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ тарзида кристалланади ва *магний сульфат геп-тагидрати* ёки *тахир туз* деб аталади. Бу туз сувда яхши эрий-ди. Медицинада сурги ва дори сифатида, бўёқчиликда хуруш, қишлоқ хўжалигида эса микроўғит сифатида ишлатилади.

Магнийнинг яна бир тузи магний хлорид $MgCl_2$ дир, у ҳавода ёйилиб кетувчи тиниқ кристаллардан иборат, сувда яхши эрийди-ган тахир модда; сувдаги эритмасидан $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ тарзида кри-сталланади. $MgCl_2$ карналлитдан олинади ва магний метали олишда, магнезиал цемент тайёрлашда ишлатилади. Магнезиал цемент тай-ёрлаш учун, $800^\circ C$ гача қиздирилган MgO порошоги $MgCl_2$ нинг 30% ли эритмасига қорилади ва бир қадар вақт ўтгач, гипсга ўх-шаб қотиб, магний гидроксидхлорид $Mg(OH)Cl$ ҳосил қилади. У по-лимер модда магнезиал цементнинг қипиқ ва шунга ўхшаш нарса-лар билан аралашмаси ксилолит деб аталади. Ксилолитдан қури-лиш материали сифатида фойдаланилади.

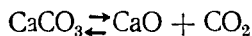
5-§. Кальций. Кальций кумуш ранг тусли металл бўлиб, табиатда энг кўп учрайдиган металллардан биридир. Унинг зичлиги $1,55 \text{ г/см}^3$ га, суюқланиш температураси $850^\circ C$ га, қайнаш температураси $1487^\circ C$ га тенг. Табиатда кальцийнинг олтига изотопи бор: ^{40}Ca , ^{42}Ca , ^{43}Ca , ^{44}Ca , ^{46}Ca , ^{48}Ca , унинг олтига сунъий радиоактив изото-пи ҳам олинган. Инсон кальций бирикмаларини қадимдан ишлатиб келади. Кальцийнинг табиатда энг кўп учрайдиган бирикмалари оҳақтош, бўр ва мрамардир, улар CaCO_3 формула билан ифодала-нади. Кальций доломит $MgCO_3 \cdot \text{CaCO}_3$, гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2H_2O$, фосфо-рит $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, флюорит CaF_2 ва бошқа минераллар таркибига ҳам киради. Кальций ўсимлик ва ҳайвонлар организми учун зарур эле-ментдир. У баъзи сув ўсимликларида шилиққуртларда 38% гача

бўлади. Одам суягининг 25 процентини кальций ташкил этади. Кальций оз миқдорда қонда ва турли тўқималарда бўлади, киши организми учун кальцийнинг аҳамияти катта.

Сууюқлантирилган CaCl_2 ни электролиз қилиш йўли билан кальций олинади. Электролиз 700°C чамаси температурада ўтказилиши керак, бундай температура ҳосил қилиш учун сууюқланмага озроқ кальций фторид CaF_2 қўшилади.

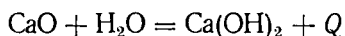
Кальций ҳавода тез оксидланиб, унинг сирти оксид, пероксид, нитрид қаватлари билан қопланади. Кальций бирмунча қаттиқ, аммо яхши болғаланади. Кальций сувдан водородни сиқиб чиқариб, гидроксид ҳосил қилади. У кислоталар билан шиддатли равишда реакцияга киришиб, водородни сиқиб чиқаради, кислород билан бирикиб эса оксид CaO ва пероксид CaO_2 , водород билан бевосита бирикиб гидрид CaH_2 , азот билан бирикиб нитрид Ca_3N_2 , углерод билан бирикиб карбид CaC_2 , галогенлар билан бирикиб эса галогенидлар ҳосил қилади.

Оҳактош CaCO_3 қаттиқ қиздирилганда кальций оксид билан карбонат ангидридга ажралади:

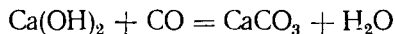


Реакциянинг ўнг томонга охиригача бориши учун CO_2 нинг концентрациясини камайтириш ёки температурасини кўтариш лозим.

Кальций оксид оқ модда, ўтга чидамли, 3000° да сууюқланадиган техникавий CaO сарғиш ёки оч кул ранг тусли бўлади ва оҳак деб аталади. Оҳак бинокорликда, металлургияда ва бошқа кўпгина соҳаларда ишлатилади. Оҳак сув билан шиддатли реакцияга киришиб, Ca(OH)_2 ҳосил қилади:



Бу реакция натижасида ажралиб чиқадиган иссиқлик таъсирида сувнинг бир қисми буғланиб кетади. Кальций оксид, баъзан сўндирилмаган оҳак деб, кальций гидроксид Ca(OH)_2 эса сўндирилган оҳак деб аталади. Сўндирилган оҳак оқ кукун бўлиб, сувда оз эрийди, унинг эритмаси кучли асосдир. Ca(OH)_2 нинг тўйинган эритмаси эса оҳакли сув деб аталади. Кальций гидроксиднинг тиниқ эритмаси орқали CO_2 ўтказилса ёки эритма очиқ ҳавода турса, Ca(OH)_2 ҳаводаги CO_2 билан реакцияга киришиб CaCO_3 ҳосил қилади, натижада эритма хиралашади:



Бинокорликда уйларни оқлашда оҳак сув билан сўндирилади, бунда ҳосил бўлган Ca(OH)_2 нинг кўп қисми сувда суспензия ҳолида, озроқ қисми эса эриган ҳолда бўлади. Уй деворларида Ca(OH)_2 ҳаводаги CO_2 билан реакцияга киришиб, CaCO_3 га айланади. Кальций гидроксид химия саноатида, сода тайёрлашда ва тери пиширишда фойдаланилади. Қум аралаш Ca(OH)_2 сувга қорилиб, гишт теришда ишлатилади. Бунда Ca(OH)_2 ҳаводаги CO_2 билан

реакцияга киришиб, кальций карбонат CaCO_3 , қум (SiO_2) билан реакцияга киришиб эса кальций силикат CaSiO_3 ҳосил қилади, бунинг натижасида гиштлар яхши ёпишади. Кальций гидроксидга водород пероксид таъсир эттириб, кальций пероксид олиш мумкин. Ҳосил бўлган кальций пероксид CaO_2 саккиз моллекула сув билан кристалланиб, $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ҳолида чўкади: бу чўкма 130°C гача қиздирилса, сувини йўқотиб, CaO_2 га айланади. Кальцийнинг CaO_4 таркибли пероксиди ҳам маълум. Бу пероксидлар кучли оксидловчилардир.

Кальцийнинг водород билан ҳосил қилган бирикмаси кальций гидрид CaH_2 — рангсиз кристалл модда. У сув билан реакцияга киришиб кальций гидроксид ҳосил қилади ва водород ажралиб чиқади:



Реакцияда кўп миқдор иссиқлик ажралиб чиққанлиги учун водород ёниб кетади.

Кальций тузларидан кальций хлорид CaCl_2 билан кальций нитрат $\text{Ca(NO}_3)_2$ сувда яхши эрийди, кальций сульфат CaSO_4 ва кальций сульфит CaSO_3 оз эрийди, кальций фосфат $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ва кальций карбонат CaCO_3 эримади.

Кальций, магний ва қисман темир тузларини эритган сув қаттиқ сув дейилади. Сувнинг қаттиқлиги муваққат ва доимий бўлади. Агар сувда гидрокарбонатлар $\text{Ca(HCO}_3)_2$, $\text{Mg(HCO}_3)_2$ ва $\text{Fe(HCO}_3)_2$ эриган бўлса, бу сувнинг қаттиқлиги муваққат бўлади, чунки бундай сув қайнатилганда гидротузлар ўрта тузларга айланиб, чўкмага тушади, натижада сув юмшайди:

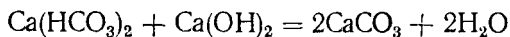


Агар сувда бу металлларнинг сульфатлари CaSO_4 , MgSO_4 бўлса, унинг қаттиқлиги доимий бўлади. Бундай ҳолларда сувни қайнатиш йўли билан юмшатиб бўлмайди. Сувнинг муваққат қаттиқлиги билан доимий қаттиқлиги унинг умумий қаттиқлигини ташкил қилади. 1 литрида 1 мг-эке Ca^{2+} (ёки Mg^{2+}) ионлар ёхуд жами бўлиб 1 мг-эке Ca^{2+} ва Mg^{2+} ионлар аралашмаси бўлган сувнинг қаттиқлиги қаттиқлик бирлиги қилиб қабул қилинган.

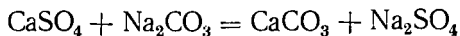
Юмшоқ сувнинг 1 литрида 4 мг-эке дан кам, қаттиқ сувнинг 1 литрида эса 4 мг-эке дан ортиқ Ca^{2+} ва Mg^{2+} ионлар бўлади.

Қаттиқ сув буғ қозонларида қуйқа қолдиради, бу қуйқа қозон деворларига ёпишиб, қозоннинг ёрилишига сабаб бўлиши мумкин. Шунинг учун буғ қозонларига ишлатиладиган сув юмшатилади.

Қаттиқ сув, одатда, химиявий реагентлар ёрдамида юмшатилади, ишқорий-ер металлларнинг тузлари чўкмага айлантирилади. Муваққат қаттиқлик сувга сўндирилган оҳак Ca(OH)_2 қўшиш йўли билан йўқотилади:



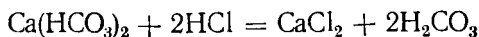
Сувнинг доимий қаттиқлигини йўқотиш учун сувга сода қўшилади:



Сўнгги вақтларда сув ионитлар ёрдамида юмшатилади. Агар қаттиқ сув катионит қатламидан ўтказилса, Ca^{2+} , Mg^{2+} ионлари катионитда тутилиб қолади.

Мисол. 100 мл сувдаги гидрокарбонатни нейтраллаш учун HCl нинг 0,1 н. эритмасидан 5 мл сарф бўлган. Бу сувнинг муваққат қаттиқлигини топинг.

Ечиш: эввало 100 мл сувда неча мг-эқв гидрокарбонат борлигини топиш керак. Хлорид кислота кальций гидрокарбонат билан қуйидагича реакцияга киришади:

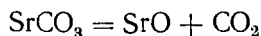


Демак, 1 г-эқв гидрокарбонатни нейтраллаш учун 1 г-эқв HCl керак экан. HCl нинг 0,1 н 5 мл (ёки 0,005 л) эритмасида $a = V \cdot C$ г-эқв HCl бор. Демак, $a = 0,005 \cdot 0,1 = 0,0005$ г-эқв ёки $0,0005 \cdot 1000 = 0,5$ мг-эқв HCl бўлади. Бинобарин, 100 мл сувда 0,5 мг-эқв гидрокарбонат бор. 1 г-эқв гидрокарбонат 1 г-эқв Ca^{2+} (ёки Mg^{2+}) иони ҳосил қилади. Демак, 100 мл сувда 0,5 мг-эқв Ca^{2+} (ёки Mg^{2+}) ион бор. Бинобарин, 1 л сувда 5 мл-эқв Ca^{2+} ёки Mg^{2+} ион бўлади. Шундай қилиб, сувнинг муваққат қаттиқлиги 5 га тенг.

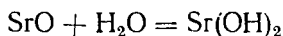
6-§. Стронций. Стронций оч-сарик металл, табиатда фақат бирикмалар таркибида учрайди. Унинг зичлиги $2,6 \text{ г/см}^3$, суюқланиш температураси 750°C , қайнаш температураси эса 1370°C . Стронцийнинг табиатда тўртта ^{84}Sr , ^{86}Sr , ^{87}Sr , ^{88}Sr изотопи бўлиб, булардан энг кўп учрайдигани ^{88}Sr дир. Унинг 15 та сунъий радиоактив изотопи олинган. Стронций ҳавода оксидланиб, сирти оксид парда билан қопланади. У сув ва кўпгина элементлар билан реакцияга киришади. Водород билан гидрид SrH_2 , азот билан эса нитрид Sr_3N_2 ҳосил қилади.

Табиатда стронцийнинг целестин SrSO_4 , стронцианит SrCO_3 деб аталадиган минераллари учрайди. Металл ҳолидаги стронций суюқлантирилган стронций хлорид SrCl_2 ни электролиз қилиш йўли билан олинади. Стронций кислород билан икки хил бирикма — стронций оксид ва пероксид ҳосил қилади.

Стронций оксид олишнинг энг қулай усули стронций тузларини парчалашдир, масалан:



Стронций оксид оқ тусли кукун. У сув билан реакцияга киришиб, стронций гидроксид $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ҳосил қилади:

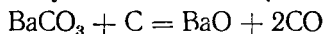


Бу реакцияда CaO сўндирилгандагига қараганда кўпроқ иссиқлик чиқади. $\text{Sr}(\text{OH})_2$ сувда $\text{Ca}(\text{OH})_2$ га қараганда яхши эрийди. $\text{Sr}(\text{OH})_2$

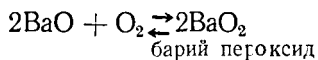
да ишқор хоссалари бор. $\text{Sr}(\text{OH})_2$ сувдаги эритмасидан $\text{Sr}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ таркибли кристалл ҳолида чўкади.

7-§. Барий. Барий табиатда фақат бирикмалар таркибида бўлади. Табиатда барийнинг барит (оғир шпат) BaSO_4 , витерит BaCO_3 деб аталадиган минераллари учрайди. Соф барий оқ тусли юмшоқ металл. Зичлиги $3,5 \text{ г/см}^3$, суюқланиш температураси 704°C ва қайнаш температураси 1540°C га тенг. Табиатда унинг 7 та изотопи топилган, улардан энг кўп учрайдигани ^{138}Ba бўлиб, у ҳамма табиий барийнинг 71,66 процентини ташкил этади. Сунъий йўл билан барийнинг 19 та радиоактив изотопи олинган. Тоза барий олиш учун суюқлантирилган барий хлорид электролиз қилинади. Барий химиявий актив металл бўлгани учун керосин ичида сақланади.

Барийнинг кислород билан ҳосил қилган икки хил бирикмаси бор: барий оксид (BaO) ва барий пероксид (BaO_2). Барий билан сув реакцияга киришиб барий гидроксид $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ҳосил қилади, бунда водород ажралиб чиқади. У кислоталар билан ҳам ўзаро таъсир этади, натижада туз ҳосил бўлади, ҳамда водород ажралиб чиқади. Барий водород билан бирикиб гидрид (BaH_2), азот билан бирикиб эса нитрид (Ba_3N_2) ҳосил қилади. BaCO_3 ёки BaSO_4 га кокс қўшиб қиздириш йўли билан BaO ҳосил қилинади:



Барий оксид ҳавода 600°C гача қиздирилса, унга кислород бирикиб барий пероксид ҳосил бўлади:



Янада қиздирилса, барий пероксид барий оксид билан кислородга ажралади. BaO_2 нинг ҳам $\text{BaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ таркибли кристалл гидрати бор. BaO_2 водород пероксид H_2O_2 олишда ишлатилади. Барий оксид сув билан бирикиб, барий гидроксид $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ҳосил қилади. Барий гидроксидда кучли ишқорий хоссалар бор.

Барий тузларидан барий хлорид BaCl_2 ва барий нитрат $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ сувда яхши эрийди, барий карбонат BaCO_3 эримади, лекин кислоталарда эрийди. Барий гидрокарбонат $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ сувда эрийди, барий сульфат BaSO_4 эса сувда ҳам, кислоталарда ҳам эримади. Шунинг учун Ba^{++} иони сульфат иони SO_4^{2-} учун реактив сифатида, аксинча SO_4^{2-} иони Ba^{2+} иони учун реактив сифатида ишлатилади. BaCl_2 қишлоқ хўжалигида баъзи зараркундаларга қарши курашда ишлатилади. Барийнинг учувчан тузлари алангани яшил тусга бўйайди, шунинг учун пиротехникада яшил аланга ҳосил қилишда $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ дан фойдаланилади. Барий сульфат BaSO_4 оқ бўёқ тайёрлашда ва медицинада ишлатилади.

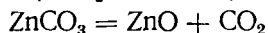
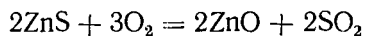
8-§. Рух группача элементлари. Рух группачасидаги элементларнинг ҳаммаси оғир металлар бўлиб, уларнинг суюқланиш темпера-

тураси кальций группача элементларининг суюқланиш температурасидан анча паст. Симоб эса одатдаги температурада ҳам суюқ бўлади.

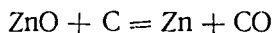
Рух группачасидаги элементлар кальций группачасидаги элементлардек актив эмас, ҳавода кам оксидланади, одатдаги температурада сув билан реакцияга киришмайди. Уларнинг гидроксидлари сувда эримайди ва асосий группача гидроксидларига қараганда анча кучсиз бўлади. Рух гидроксид эса амфотердир. Рух группача элементлари ичида энг муҳим аҳамиятга эга бўлгани рухдир. Шунинг учун қуйида фақат рух ва унинг баъзи бирикмаларигина кўриб чиқилади.

Рух. Рух кўишироқ товланадиган оқ металл бўлиб, ер пўстлогининг 0,02 процентини ташкил этади. Рухнинг зичлиги $7,14 \text{ г/см}^3$ суюқланиш температураси 409°C , қайнаш температураси эса 907°C . Табиатда рухнинг бешта изотопи бор, сунъий йўл билан 10 та радиактив изотопи олинган. Рухнинг энг кўп учрайдиган бирикмаси рух сульфид ZnS минерали бўлиб, у алдама рух деб аталади. Бундан ташқари *галмей* ZnCO_3 деб аталадиган минерали ҳам бор.

Табиатда рух бирикмалар ҳолида учрайди. Соф рух бирикмаларидан асосан, икки усулда: қайтариш ва электролиз усулида ажратиб олинади. Қайтариш усулида рух сульфид ва рух карбонатли рудалардаги рух оксидлантирилади, бунинг учун рудалар куйдирилади



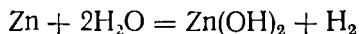
Ҳосил қилинган рух оксиддан кокс воситасида 1400°C чамаси температурада рух қайтарилади:



Қайтарилган рух буғ ҳолатида бўлгани учун у совитгичда суюқликка айлантирилиб, қолипларга қуйилади. Бундай усул билан олинган рухга қўрғошин, кадмий, мишьяк каби элементлар аралашган бўлади.

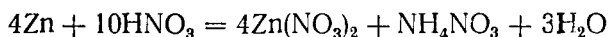
Электролиз усулида рух ажратиб олишда ZnO га H_2SO_4 таъсир эттирилади. Бунда ҳосил бўлган ZnSO_4 эритмасини электролиз қилиш йўли билан рух олинади. Бу усулда олинган рух анча тоза бўлади.

Рух ҳавода оксидланиб, сирти оксид парда билан қопланади, бу парда уни яна оксидланишдан сақлайди. Бинобарин, рух метали коррозиябардош металллар жумласига киради. Рух одатдаги температурада мўрт, аммо $100 - 150^\circ$ гача қиздирилганда пластик ҳолатга келиб, яхши болғаланади. 200° да яна мўрт бўлиб қолади ва, ҳатто, тезда кукунга айланади. Қўшимчалар рухнинг мўртлигини оширади. Сувга ботирилган рухнинг сиртида дарҳол рух гидроксид $\text{Zn}(\text{OH})_2$ қавати ҳосил бўлиб, рухнинг сувда эриши тўхтайди. Ишқор ёки NH_3 таъсирида рух сиртидаги $\text{Zn}(\text{OH})_2$ эриб, рух гидроксид қавати йўқолади ва рух яна сув билан реакцияга киришиб рух гидроксид ҳосил бўлади:

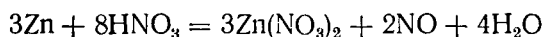


Металларнинг активлик қаторида рух водороддан олдин туради, шунинг учун у кислоталардан водородни осонгина сиқиб чиқаради. Лекин қўшимчалари бўлган (айниқса рухга қараганда пассивроқ металл масалан, мис) техникавий рух кислоталарда яхши эрийди, тоза рух эса ниҳоятда қийин эрийди, чунки тоза рухнинг сирти дарҳол водород билан қопланиб, рух пассивлашади. Техникавий, масалан, мис қўшимчаси бўлган рухда мис билан рух гальваник жуфт ҳосил қилади ва рух ион ҳолида эритмага ўта бошлайди. Тоза рухни кислотада эритиш учун рух ва кислота устига CuSO_4 нинг суюлтирилган эритмасидан бир неча томчи томизилади. Бунда мис ионлари қайтарилиб, дарҳол рух сиртига чўкади ва тоза рух қўшимчали рухга айланади, яъни гальваник жуфт ҳосил бўлади ва рух эритмага ўтади, водород эса мис сиртига қопланади.

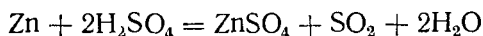
Рух суюлтирилган нитрат кислотада эрийди, лекин бунда водород ажралиб чиқмайди, балки нитрат кислота аммоний нитратга қадар қайтарилади:



Рух концентрланган HNO_3 да эриганда эса нитрат кислота азот (II) - оксидларигача қайтарилади:



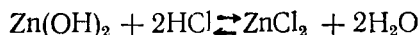
Рух концентрланган сульфат кислотада эритилганда сульфат кислота қайтарилиб, сульфит ангидридга айланади:



Рух ҳавода қаттиқ қиздирилганда яшил аланга бериб ёниб, рух оксид ҳосил қилади. Рух галогенлар билан реакцияга киришиб, рух галогенидлар ҳосил қилади. Темир буюмларни коррозиядан сақлаш учун улар кўпинча рухланади. Рух гальваник элементларда ва лабораторияларда турли реакциялар учун ҳам ишлатилади.

ZnO оқ кукун бўлиб, қиздирилганда сарғаяди. У сувда эримайди, кислоталарда эриб, рух тузларини ҳосил қилади. Рух оксид мойли оқ бўёқ (рухли белила) тайёрлашда, резина саноатида ва косметикада ишлатилади.

$\text{Zn}(\text{OH})_2$ амфотер гидроксидир. У кислоталар билан реакцияга киришиб, рух тузлари ҳосил қилади:



Рух гидроксид ишқорларда эриб, комплекс бирикма—гидроксоний цинкатлар ҳосил қилади:



ZnCl_2 сувда яхши эрийдиган гигроскопик модда. У қоғоз саноатида, тўқимачиликда, читларга гўл босишда ва бўёқчиликда ишлатилади.

ZnSO_4 — сувда яхши эрийдиган модда. Эритмадан $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ таркибли кристаллгидрат тарзида кристалланади. Рух сульфат — рухнинг энг муҳим тузи. Рухнинг кўпгина бирикмалари шу туздан олинади. Бу туз бўёқчиликда, тўқимачиликда ва медицинада, шунингдек қишлоқ хўжалигида микро ўғит сифатида ишлатилади.

IX б о б

ЭЛЕМЕНТЛАР ДАВРИЙ СИСТЕМАСИНING УЧИНЧИ ГРУППАСИ

1-§. Умумий маълумот. Учинчи группанинг типик элементлари бор (В) билан алюминий (Al) дир. Электрон қаватининг тузилишига кўра, учинчи группага галлий группачаси — галлий, индий ва таллий ҳам киради ҳамда булар учинчи группанинг асосий группачасини ташкил этади. Катта даврларнинг жуфт қатор элементлари — скандий, иттрий, лантан (лантаноидлар) ва актиний (актиноидлар) қўшимча (ёнаки) группачасини ҳосил қилади.

2-§. Учинчи группанинг асосий группачаси. Учинчи группа асосий группачаси элементларининг металллик хоссалари иккинчи ва, айниқса, биринчи группалар асосий группачалари элементлариникига қараганда анча кучсиз ифодаланган. Бор атомининг радиуси кичик бўлганлиги учун унда металлмас хоссалар устун туради. Бу элементларнинг ҳаммаси энг типик бирикмаларида мусбат уч валентли бўлади. Бу группачадаги элементлар бордан ташқари, сувдаги эритмаларда гидратланган мусбат уч зарядли ионлар ҳосил қила олади.

Бу элементларда тартиб номерининг ортиб бориши билан уларнинг металллик хоссалари кучая боради. Масалан, бор кислота ҳосил қилувчи элемент, кейинги учта элемент — алюминий, галлий ҳамда индийнинг оксид ва гидроксидлари амфотердир, шу билан бирга, уларнинг асос хоссалари секин-аста кучайиб боради, уч валентли галлий оксидида эса нуқул асос хоссалари намоён бўлади.

3-§. Бор. Бор табиятда бирикмалар таркибида бўлади. Унинг энг кўп учрайдиган бирикмаси бор оксиддир. Соф ҳолатдаги бор бор оксид B_2O_3 ни натрий ёки магний воситасида қайтариш йўли билан олинади.

Бор бирикмаларидан асосийлари борат кислота H_3BO_3 ва унинг ҳар хил тузларидир. Борат кислота тузларидан энг кўп учрайдигани бура $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ дир.

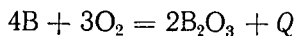
Бор элементи ўз группасидаги элементлардан кўра кўпроқ тўртинчи группадаги кремний элементига ўхшайди. Бор бирикмалари кремний бирикмаларига жуда ўхшаш бўлади.

Соф ҳолдаги бор қўнғир тусли кукун бўлиб, унинг зичлиги $2,34 \text{ г/см}^3$ га, суюқланиш температураси эса 2300°C га тенг. Қора

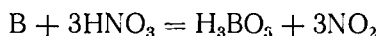
ва рангли металллар қотишмалари таркибида оз миқдорда бор бўлади. 0,001—0,01% бор қўшилган пўлатнинг тузилиши ва хоссалари анча яхши бўлади. Бор ярим ўтказувчанлик хоссаларига эга.

Бор одатдаги температурада инерт бўлиб, ҳавода оксидланмайди ва бошқа элементлар билан бирикмайди.

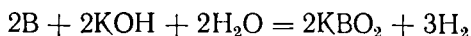
Аморф бор 700°C гача қиздирилганда ёниб борат ангидридга айланади.



Бор юқори температурада кўп металллар билан бирикиб, *боридлар* ҳосил қилади. Бор галогенлар билан ҳам осон бирикади. Бор углерод билан бирикиб B_4C таркибли ниҳоятда қаттиқ бирикма — бор карбид ҳосил қилади. Борга сув таъсир этмайди, бор концентрланган сульфат ва нитрат кислоталар таъсирида оксидланиб борат кислотага айланади:



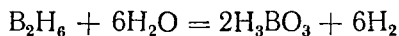
Бор концентрланган ишқорларда эриб, водород ажратиб чиқаради:



Магний борид Mg_3B_2 га хлорид кислота таъсир эттирилса, ҳар хил бороводородларнинг (боранларнинг) мураккаб аралашмаси ҳосил бўлади. Бу аралашмадан энг муҳим бороводородлар тоза ҳолда ажратиб олинган.

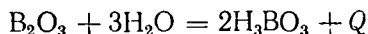
Магний боридга хлорид кислота таъсир этиши натижасида ҳосил бўладиган асосий маҳсулот боробутан B_4H_{10} дир.

Боробутан қайнаш температураси 15,4°C бўлган учувчан суюқликдир. Боробутан сақлаб қўйилганда секин-аста парчаланиб олинган бороводородларнинг энг оддийси — бороэтан B_2H_6 ҳосил қилади. Бороэтан бошқа бороводородлар каби, сувда дарҳол парчаланиб, ундан водород ажралиб чиқади ва H_3BO_3 ҳосил бўлади:

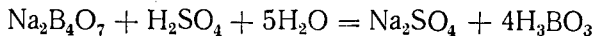


Борнинг кислородли бирикмалари амалда катта аҳамиятга эга. Бундай бирикмалар жумласига борат ангидрид, борат кислота ва бура киради. Қуйида ана шу бирикмаларни батафсил кўриб ўтамиз.

Борат ангидрид. Борат ангидрид бор билан кислороднинг бевосита бирикиши ёки борат кислотани қаттиқ қиздириш натижасида ҳосил бўлади. Борат ангидрид — шишасимон, мўрт, 600°C га яқин температурада суюқладиган, рангсиз масса. Борат ангидрид ўтга ниҳоятда чндамли модда. У сувда эриб борат кислота ҳосил қилади:

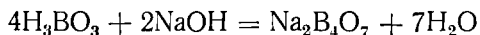


Борат кислота. Борат кислота оқ кристалл модда, унинг ялтироқ тангачалари иссиқ сувда анча яхши эрийди. Буранинг қайноқ эритмасига сульфат кислота таъсир эттириш йўли билан борат кислота олинади:



Борат кислота совуқ сувда кам эрийди, шу сабабли унинг иссиқ эритмаси совитилганда унда кислота кристалланади. Борат кислота қиздирилганда сувини йўқотиб, аввал *метаборат кислота* HBO_2 га, ундан кейин *тетраборат кислота* $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$ га ва, ниҳоят, *борат ангидрид* B_2O_3 га айланади. Метаборат кислота ҳам, тетраборат кислота ҳам сувда эритилганда худди борат ангидрид каби яна борат кислотага айланади. Борат кислота медицинада антисептика сифатида, консервалар тайёрлашда, шунингдек, териларни ошлашда, баъзи бўёқ ва эмаллар тайёрлашда ишлатилади.

Боратлар (борат кислота H_3BO_3 тузлари), кўпинча ортоборат кислота тузлари бўлмай, балки тетраборат кислота $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$ нинг ва таркибида сув бирмунча кам бўлган бошқа борат кислоталарнинг ҳосилаларидир, бу кислоталарнинг кўпчилиги эркин ҳолда маълум эмас. Бура — тетраборат кислотанинг натрийли тузи, борат кислотага натрий гидроксид таъсир эттириш йўли билан олинади:



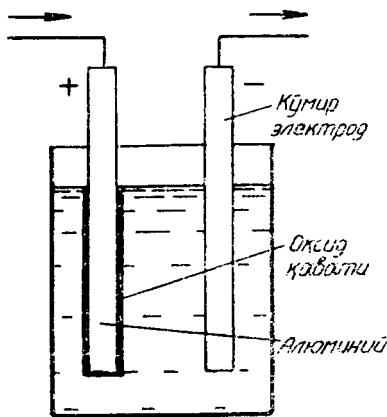
Буранинг сувдаги эритмалари кучли ишқорний реакцияга эга.

Бурадан фаянс ва чинни буюмлар учун ишлатиладиган осон суюқланувчан сир (эмаль) ишлаб чиқаришда, айниқса, темир идишлар учун керакли эмаль тайёрлашда фойдаланилади.

Бура металлларни кавшарлашда ҳам ишлатилади, чунки у металл оксидларини учувчан бирикмаларга айлантириб, сиртини тозалайди тоза сирт эса яхши пайвандланади.

4- §. Алюминий. Алюминий табиатда энг кўп тарқалган металл бўлиб, ер пўстлогининг тахминан 7,5 процентини ташкил этади. Алюминий табиатда бирикмалар ҳолида учрайди. У гилтупроқ ва кўпгина минераллар, масалан, боксит, алузит ва бошқалар таркибига киради. Боксит, асосан, алюминий гидроксид $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ дан, шунингдек, темир, кремний, титан ва бошқа элементларнинг оксид ҳамда гидроксидлари аралашмасидан иборат.

Соф алюминий кумуш ранг тусли металл бўлиб, унинг зичлиги $2,7 \text{ г/см}^3$ га, суюқланиш температураси 657°C га, қайнаш температураси эса тахминан 1800°C га тенг. Соф алюминий боксит (гилтупроқ) $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ни электролиз қилиш йўли билан олинади, Al_2O_3 эса алюминий рудалари — боксит, нефелин ва бошқалардан гидрометаллургия усулида ажратиб олинади. Гил-



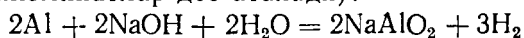
13- расм. Алюминийнинг анодий оксидланиш схемаси.

тупроқни электролиз қилиш учун бокситнинг суюқланиш температурасини пасайтириш мақсадида у криолит $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$ билан аралаштириб суюқлантирилади ва шу эритма электролиз қилинади, натижада катодда алюминий, анодда кислород ажралиб чиқади.

Алюминий иссиқликни ва электрни яхши ўтказади. Ҳавода юпқа ва зич оксид парда билан қопланади, бу парда металлни янада оксидланишдан сақлайди. Электрохимиявий оксидлаш йўли билан оксид парда қалинлигини анча ошириш ва унинг физика-химиявий ҳамда механикавий хоссаларини яхшилаш мумкин. Бунинг учун

сульфат кислота эритмаси солинган идишга анод сифатида алюминий, катод сифатида эса прессланган күмир туширилади. Электролиз вақтида анодда кислород ажралиб чиқиб, металл билан бирикади ва оксид парда қавати қалинлигини оширади (13-расм).

Алюминий хлор ва бром билан нормал температурада, йод билан катализатор (сув) иштирокида, олтингугурт, азот ва углерод билан қиздирилганда ўзаро таъсир этади. Алюминий сиртида оксид парда бўлганлигидан у сувда эримайди, алюминий ишқорларда эриб, алюминат кислота тузларини ҳосил қилади (бу тузлар алюминатлар деб аталади):



Натрий
алюминат

Соф алюминий суюлтирилган хлорид ва сульфат кислота-ларда эрийди. Қўшимчалар алюминийнинг эриш тезлигини оширади. Концентрланган нитрат кислота таъсир эттирилган алюминий пассив бўлиб қолади ва суюлтирилган кислоталарда эримайди. Бунинг сабаби шуки, алюминий сиртида алюминий оксиддан иборат жуда зич парда ҳосил бўлади.

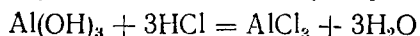
Алюминий механикавий хоссалари юқори бўлган енгил қотишмалар тайёрлашда ишлатилади. Алюминийли қотишмалар авиация ва автомобиль саноатида муҳим аҳамиятга эга. Латунга (жезга), шунингдек, қалайли бронзага алюминий қўшилса, уларнинг ўтга чидамлилиги, яъни юқори температураларда коррозияланмаслик хусусияти ортади. Пулат ва чўян буюмларни юқори температураларда оксидланишдан сақлаш мақсадида уларнинг сиртқи қатлами алитирланади, яъни алюминий билан тўйинтирилади. Алюминий баъзи металлларнинг оксидларидан шу металлларни ажратиб олиш учун ҳам ишлатилади. Алюминий-

дан симлар, идиш-товоқ, турли уй-рўзғор буюмлари ва бошқалар тайёрланади. Ракеталарда ишлатиладиган қаттиқ ёқилғига алюминий кукуни қўшилади.

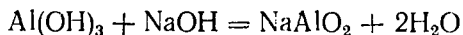
Алюминий ўз бирикмаларида мусбат уч валентли бўлади. Алюминий оксид сувда эрмайдиган оқ тусли модда; у табиатда корунд минерали ҳолида учрайди, бу минерал қаттиқлик жиҳатидан фақат олмосдан кейинда туради. Корунддан жилвирлаш тошлари, чархтошлар ва шу кабилар тайёрланади.

Корунднинг тўқ қизил рангли табиий кристаллари қимматбаҳо минерал — ёқут (рубин)дир. Ёқутнинг ранги, асосан, унга қанча Cr_2O_3 аралашганлигига боғлиқ. Сўнгги вақтларда таркибда хром оксиди бўлган гилтупроқдан сунъий йўл билан рубин олинмоқда. Сунъий рубин аниқ асбобсозликда ва соатсозликда ишлатилади.

Алюминий гидроксид $\text{Al}(\text{OH})_3$ алюминийнинг бирор тузи эритмасига ишқор таъсир эттирилганда ивиқ оқ чўкма тарзида ҳосил бўлади. Алюминий гидроксид кислоталарда ҳам, ишқорларда ҳам эрийди. Алюминий гидроксид кислоталарда эриганда тегишли кислоталарнинг алюминийли тузлари ҳосил бўлади:



Кучли кислоталарнинг алюминийли тузлари, одатда, сувда яхши эрийди. $\text{Al}(\text{OH})_3$ нинг ишқорда эриши натижасида алюминатлар ҳосил бўлади, масалан:



Алюминийнинг энг муҳим тузлари: алюминий хлорид AlCl_3 , алюминийли аччиқтош $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ва алюминий сульфат $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ дир.

Алюминий сульфат сувни тозалашда, қоғоз саноатида, алюминий хлорид эса, кўпинча органик синтезларда катализатор сифатида ишлатилади.

Алюминийнинг бир қанча органик бирикмалари бор. Улардан, масалан, триэтилалюминий этилендан полиэтилен олишда катализатор сифатида фойдаланилади.

5-§. Галлий. Галлий табиатда бирикмалар таркибиде, масалан, рух, сульфат ва бокситлар билан аралаш ҳолда учрайди. Тошқўмирнинг баъзи навларида ҳам галлий бўлади. Галлийнинг 2 та табиий ва 14 та сунъий изотопи бор. Соф галлий олиш учун галлий бирикмалари электролиз қилинади ёки галлий оксидидан водород воситасида қайтарилади.

Галлий суюқланиш температураси 30°C , қайнаш температураси эса 2247°C бўлган кумуш ранг металл. У қуруқ ҳавода барқарор бўлади. Аммо хлор ва бром билан осон бирикади, кислотарод, олтингугурт ва йод билан эса қиздирилганда бирикади. Галлий кислоталарда ҳам, ишқорларда ҳам эрийди. Галлийга сув мутлақо таъсир этмайди. Унинг қайнаш температураси юқо-

ри бўлгани учун юқори температуралар ўлчанадиган кварцли термометрларга галлий тўлдирилади. Суюқ галлий шишани ҳўллайди, унинг шу хоссасидан фойдаланиб, ундан кўзгулар тайёрланади. У ярим ўтказгичдир.

6-§. Индий. Индий табиатда бирикмалар ҳолида бўлади. Индий бирикмалари металл сульфидларда қўшимча ҳолида учрайди ва шу металлларни ажратиб олишда қолган чиқиндиларидан йиғилади. Унинг 2 та табиий ва 35 та сунъий изотопи бор.

Соф индий ўз бирикмаларини электролиз қилиш ёки оксидларидан водород ёрдамида қайтариш йўли билан олинади. У ялтироқ ва жуда юмшоқ оқ металл, қуруқ ҳавода барқарор, сувда эримайди, кислота ва ишқорларда эрийди. Хлор ва бром билан осон бирикади, кислород, олтингугурт ва йод билан эса қиздирилганда бирикади.

Баъзи қотишмаларга оз миқдорда индий қўшилса, уларнинг мустаҳкамлиги ошади. Масалан, индий қўшилган мис денгиз сувлари таъсирига чидамли бўлади. Тишларни пломбалаш учун ишлатиладиган қотишмаларга индий қўшилади. Кумушга индий қўшилса, кумуш хираланмайдиган бўлади.

Индий ўз бирикмаларида бир ва уч валентли бўлади. У энг муҳим бирикмаларида уч валентлидир, шунинг учун индийнинг асосий валентлиги уч деб ҳисобланади.

7-§. Учинчи группанинг скандий группачаси. Скандий группачасига скандий, иттрий, лантан ва актиний киради. Скандий группачасига лантанонд (церий туркуми) ва актиноид (торий туркуми)лар ҳам киради. Бу элементлар атомларида охиргги икки электрон қават бир хил тузилган, шунинг учун улар бир-бирига жуда ўхшаш металллардир. Скандий группача элементлари ўз бирикмаларида намоён қиладиган максимал мусбат валентлик учга тенг.

Скандий группачаси элементлари табиатда бирикмалар ҳолида учрайди.

Скандий группачаси элементлари нодир ва тарқоқ элементлар бўлиб, уларнинг активлиги тартиб номерининг ортиб бориши билан кучаяди. Бу элементлар қайтарувчилардир, уларнинг қайтариш хоссалари скандийдан актинийга томон кучайиб боради.

Скандий группачасидаги элементларнинг хлоридларига каллий хлорид қўшиб суюқлантирилган аралашмасини электролиз қилиш орқали бу элементларнинг ўзлари олинади. Бу элементлар ҳавода юқори температурада ёниб, Me_2O_3 (бу ерда Me — металл) таркибли оксидлар ҳосил қилади, сувни парчалайди, қарийб ҳамма кислоталар билан реакцияга киришади. Қиздирилганда галогенлар ва металлмаслар билан бевосита бирикади.

Скандий группачаси элементларининг оксидлари қийин суюқланувчан оқ кукун бўлиб, сув билан реакцияга киришиб,

$\text{Me}(\text{OH})_3$ таркибли гидрооксидлар ҳосил қилади. Бу гидроксидлар сувда деярли эримайдиган чўкма бўлиб, асос хоссаларига эга, уларнинг асос хоссалари элементлар тартиб номерининг ортиб бориши билан кучаяди.

Скандий группачасидаги элементлар валентлиги жиҳатидан алюминийга ўхшаса ҳам, аммо хоссалари жиҳатидан ишқорий металлларга ўхшайди. Бу элементларнинг оксидлари сувда амалда эримайди, аммо сувни бириктириб олиб, гидроксид ҳосил қилади. Уларнинг гидроксидлари асос хоссаларига эга, аммо $\text{Al}(\text{OH})_3$ каби амфотер эмас, улар ишқорларда эримайди.

Скандий группачасидаги элементлар оксидлари оқ кукун ҳолида бўлади ва улар гидроксидлари ҳамда карбонатларини қиздириш йўли билан олинади. Бу элементларнинг оксидлари сув билан бирикиб, гидроксидлар ҳосил қилади. Тузлари эритмасига ишқор ёки NH_3 таъсир эттириб ҳам гидроксидлар ҳосил қилиш мумкин. Гидроксидлари оқ ивиқ чўкма ҳолида бўлиб, сувда оз эрийди. Асос хоссалари лантанга томон ортиб боради, шунинг учун $\text{La}(\text{OH})_3$ кучли асосдир.

$\text{V}(\text{OH})_3$ кучсизроқ асос, $\text{Sc}(\text{OH})_3$ ундан ҳам кучсиз асос, у бир оз амфотер хоссага эга.

Бу элементлардан мукаммал ўрганилгани лантан бўлгани учун уларни кўриб чиқишни ана шу элементдан бошлаймиз.

Лантан. Лантан суюқлантирилган LaCl_3 ни электролиз қилиш йўли билан олинади. Лантан оқ тусли металл, солиштира сгирлиги $6,2 \text{ г/см}^3$, икки изотопи маълум. Сунъий йўл билан унинг 17 та радиоактив изотопи олинган. Лантан химиявий жиҳатдан актив элемент бўлиб, сувни парчалаб водород чиқаради, ҳавода оксидланади, ёндирилганда шиддатли ёнади. Кислotalарда эриб тузлар ҳосил қилади. Лантан оксид La_2O_3 оптикавий шиша ва эмаль тайёрлашда ишлатилади.

Актиний. Актиний радиоактив элемент, унинг бир неча изотопи бор. Энг барқарор изотопи ^{221}Ac нинг ярим емирилиш даври 21,8 йилга тенг. Табиатда актиний уран рудаси билан аралаш ҳолда учрайди.

Скандий группачасига лантанидлар деб аталадиган 14 та элемент ва актинидлар деб аталадиган 14 та элемент ҳам кiritилган. Лантанидлар ва актинидларнинг хоссалари скандий группасига яқин элементларнинг хоссаларига ўхшайди.

8-§. Лантанидлар. Даврий жадвалдаги 14 та элемент (тартиб номерлари 58 дан 71 гача бўлган элементлар)—церий Ce, празеодим Pr, неодим Nd, прометий Pm, самарий Sm, европий Eu, гадолиний Gd, тебрий Tb, диспрозий Dy, гольмий Ho, эрибий Er, тулий Tm, иттербий Yb ва лютеций Lu киради. Илгари улар сийрак-ер элементлари деб аталар эди. Бу элементларнинг атомларида охириги иккита электрон қаватларининг тузилиши бир хил бўлгани учун улар химиявий жиҳатдан бир-бирига жуда ўхшай-

ди, шу сабабли уларни бир-биридан ажратиш анча қийин бўлади.

Лантанидлар, асосан, монацит қумидан ҳамда хлоридларини электролиз қилиш ва бошқа усуллар билан олинади. Соф лантанидларнинг Pr ва Nd дан бошқалари ялтироқ тўқ-қул ранг тусли, 804—1675°C да суюқланувчан металллардир, зичлиги 6,12—9, 85 г/см³ оралигида.

Лантанидлар асосан уч валентли бўлади, лекин баъзилари (Pr, Tb, Sm, Eu, Vb) икки ва тўрт валентли ҳам бўлиши мумкин. Уларнинг металллик хоссалари тартиб номерининг ортиб бориши билан заифлашади. Улар ҳавода оксидланиб, Me₂O₃ таркибли оксидлар ҳосил қилади (бу ерда Me — лантанид). Бу оксидлар лантанидларнинг гидроксид, карбонат, нитрат, оксалатларини қиздириш йўли билан ажратиб олинади. Лекин бу усулда Ce, Pr, Tb ларнинг оксидларини олиб бўлмайди. Уларнинг Me₂O₃ таркибли оксидлари шу элементларнинг тузлари парчаланганда ҳосил бўлган CeO₂, Pr₆O₁₁, Tb₄O₇ таркибли оксидларини водород воситасида қайтариш йўли билан олинади. Бу оксидлар қийин суюқланувчан, ҳар хил рангдаги кукунлар бўлиб, сувда эримайди, лекин сув билан шиддатли равишда реакцияга киришиб, Me(OH)₃ таркибли гидроксидлар ҳосил қилади. Лантанидларнинг гидроксидлари сувда эримайдиган асослардир. Элементлар тартиб номерининг ортиб бориши билан улар гидроксидларининг асос хоссалари заифлашиб боради. Бу асослар кислота билан реакцияга киришиб, тузлар ҳосил қилади. Булардан Ce(OH)₃ кучли асос бўлиб, энг кучсиз Lu(OH)₃. Иттербий ва лютеций оксидлари амфотердир.

Лантанидларнинг гидроксидлари шу элементларнинг тузларига ишқор таъсир эттириш ёки нитрат ва хлоридларни электролиз қилиш йўли билан олинади.

Лантанидлардан фақат церийнинг хоссаларинигина тўлароқ баён этамиз. Кукун ҳолидаги церий ҳавода ўз-ўзидан ўт олиб кетади. У водород, азот ва галогенлар атмосферасида ёниб, тегишли бирикмаларни ҳосил қилади. Церий метали ўювчи ишқорларда эримайди. Суюлтирилган сульфат, нитрат ва хлорид кислоталарда эриб, тегишли тузлар ҳосил қилади. У концентранган сульфит ва нитрат кислоталарда эримайди, бунда унинг сирти тезда оксид парда билан қопланиб, натижада металлнинг эриши тўхтайди. Лантанидлар водород билан бирикиб, MeH₂ таркибли бирикмалар ҳосил қилади. Булар нам ҳавода ўз-ўзидан парчаланиб кетади.

Бу элементлар галогенлар билан MeF₃ ва MeF₂ таркибли галогенидлар ҳосил қилади (бу ерда Г — галоген). MeF₂ таркибли галогенид беқарордир. Бу галогенидларнинг ҳаммаси қаттиқ моддалардир. Церий фторид (CeF₃) ёй лампалари учун электрод тайёрлашда ишлатилади.

Лантанидларнинг Me₂S₃ таркибли бирикмалари ва полисульфидлари маълум. Улар шу металлларнинг сульфатларини юқори

температурада H_2S ёки олтингугурт буғи ёрдамида қайтариш йўли билан олинади. Ce_2S_3 таркибли модда сульфидлар ичида энг барқароридир. Бу металлларнинг сульфатлари гигроскопик кукун бўлиб, совуқ сувда яхши, қайноқ сувда эса ёмон эрийди. Сульфатлари шу металлларнинг оксид ёки гидроксидларига ортинқча сульфат кислота қўшиш йўли билан олинади.

Лантанидларнинг карбонат, нитрат ва оксалат тузлари ҳам бор. Лантанидлар комплекс тузлар ҳосил қилишга ҳам мойил. Уларнинг баъзилари ядро реакторларида юқори температурага чидамли пўлат тайёрлашда, рангдор шишалар ишлаб чиқаришда, чинниларга ранг беришда ва катализаторлар сифатида ишлатилади.

9- §. Актинидлар. Актинидларга элементлар даврий жадвалидаги тартиб номерлари 90 дан 103 гача бўлган элементлар — торий Th, протактиний Pa, уран U, нептуний Np, плутоний Pu, америций Am, кюрий Cm, берклий Bk, калифорний Cf, эйнштейний Ep, фермий Fm, менделеевий Md, nobелий No ва лоуренсий Lw лар киради. Валент ҳосил қилишда бу элементлар атомларининг сиртқи ва сиртдан иккинчи ва учинчи қаватдаги электронлари иштирок этади. Шу сабабли бу элементлар ўзгарувчан валентли бўлади, улар 2, 3, 4, 5 ва 6 валентли бўлиши мумкин.

Актинидларнинг ҳаммаси радиоактивдир. U, Pa, Th элементлари уларнинг табиатда учрайдиган рудалари — торит ThSO_4 ва уранит $\text{UO}_2 \cdot 2\text{UO}_2$ дан олинади. Урандан кейинги элементларнинг бирикмалари табиатда учрамайди, улар сунъий йўл билан олинади. Шунга кўра, бу элементлар ядро реакциялари кенг кўламда амалга оширила бошлагандан сўнггина кашф этила бошланди ва актинидлар — *трансуран* элементлар деб аталди.

Атом энергиясидан фойдаланиш кашф этилгандан сўнггина, U, Th ва, айниқса Pu нинг аҳамияти жуда ошиб кетди. Сўнгги вақтларда бу элементларнинг хоссалари ҳар томонлама тўла текширила бошланди. Актинидлар атомининг радиуси лантанидлар атоминикига қараганда катта бўлганлигидан ва, шунинг учун, ташқи электронлар ядро билан кучсизроқ боғланганлигидан актиноидлар лантанидларга нисбатан кучлироқ қайтарувчилардир. Уран ҳаво ранг тусли, Th эса кул ранг тусли, ялтироқ; улар қийин суюқланувчан металллардир.

Х о б

ЭЛЕМЕНТЛАР ДАВРИЙ СИСТЕМАСИНING ТўРТИНЧИ ГРУППАСИ

1- §. Умумий маълумот. Даврий системанинг тўртинчи группаси ҳам икки группачага, асосий ва қўшимча группачага бўлинади. Асосий группачага углерод C, кремний Si, германий Ge,

қалай Sn ва қўрғошин Pb элементлари, қўшимча группачага эса титан Ti, цирконий Zr, гафний Hf, курчатовий Ku элементлари киради. Углерод ва кремний типик элементлар, улардан кейин германий группаси келади, қўшимча группача *титан группаси* деб ҳам аталади.

2-§. Асосий группача элементлари. Бу группачада биринчи ўринни углерод, иккинчи ўринни эса кремний эгаллайди. Углерод билан кремний атомларининг сиртқи қаватида тўрттадан электрон бор, улар тўрт атом водород билан қўшилиб, ковалент боғланишни анча осон ҳосил қилади. Атомларининг электрон тўзилиши жиҳатидан олганда, германий, қалай ва қўрғошин ҳам углерод билан кремнийга ўхшаш элементлардир. Углероддан қўрғошинга ўтилган сари атомнинг ҳажми ортиб боради. Шу сабабли асосий группачадаги элементларнинг электрон бириктириб олиш хусусияти ва, демак, металлмас хоссалари заифлашиб боради.

Германийда металл хоссалари анча равшан ифодаланган, қалай билан қўрғошинда эса металл хоссалар металлмас хоссаларидан анча устун туради. Шундай қилиб, углерод группасининг фақат олдинги икки элементи типик металлмас бўлиб, қолганлари металллардир.

Асосий группача элементларининг ҳаммаси юқори оксидларида мусбат тўрт валентлик намоён қилади. Шу билан бирга, улар иккига тенг мусбат валентли ҳам бўла олади. Икки валентли углерод билан кремний бирикмалари жуда оз учрайди ва унча барқарор эмас.

3-§. Углерод. Углерод табиатда эркин ҳолда ҳам, бирикмалар таркибда ҳам учрайди. Эркин ҳолдаги углероднинг учта модификацияси маълум: олмос, графит, аморф углерод.

Олмос — ёруғлик нурини ниҳоятда кучли синдирувчи, рангсиз, тиниқ модда; кристалл панжараси жуда мураккаб тўзилган. Табиатдаги мавжуд моддаларнинг энг қаттиғидир. Аммо у жуда мўрт бўлади. Олмос табиатда сийрак учрайди. У одатда, тоғ жинсларига аралашган майда кристаллар ҳолида бўлади.

Олмоснинг зичлиги $3,51 \text{ г/см}^3$ га тенг. Олмос энг қаттиқ модда бўлганлигидан, ҳар хил материалларни ишлашда, ойна қирқишда ва тоғ жинсларини бурғиладда ишлатилади. Олмос майдаланганда ҳосил бўладиган кукун қимматбаҳо тошларни ва олмоснинг ўзини жилолаш учун ишлатилади. Яхшилаб жилоланган ва мутлақо тиниқ олмос *бриллиант* деб аталади.

Олмос ҳаво кирмайдиган жойда қаттиқ қиздирилса, графитга айланади.

Графит бир оз металл ялтироқлигига эга тўқ кул ранг кристалл. Зичлиги 2,17 дан $2,3 \text{ г/см}^3$ гача бўлади. Графит, олмоснинг аксича, жуда юмшоқ бўлади. Агар бир бўлак графит

олиб, қоғозга суртилса, графитнинг ниҳоятда майда кристаллари қоғозга ёпишиб, қоғозда кул ранг из қолдиради. Қалам ясашда графитнинг ишлатилиши унинг ана шу хусусиятига асосланган.

Графит электр токини ўтказди; шунинг учун у электротехникада электродлар тайёрлашда ҳамда ядро реакторларида секинлатувчи сифатида ишлатилади.

Аморф углерод (кўмир). Таркибида углерод бўлган моддалар ҳаво кирмайдиган жойда қиздирилса, улардан аморф углерод ёки тўғридан-тўғри кўмир деб аталадиган қора масса ажралиб чиқади. Ана шу масса аморф углероддир. Унинг суюқланиш температураси 3600°C га яқин.

Кўмир одатдаги эритувчиларда эрмайди, аммо суюқланган кўпгина металлларда, масалан, темир, никель ва платинада эрийди. Бу металллар совитилганда уларда эриган кўмир графит ҳолида эритмадан ажралиб чиқади. Кўмирнинг зичлиги 1,8 дан 2,1 г/см^3 гача.

Кўмирда ҳамма вақт турли қўшимчалар бўлади; бу қўшимчалар кўмир хоссаларига қаттиқ таъсир этади. Кўмирнинг энг муҳим техник навлари: кокс, пистакўмир, суяк кўмири ва қоракуядир.

Кокс ва пистакўмир металлургия саноатида ишлатилади. Писта кўмир қора порох тайёрлашда, шунингдек, буғ ва газларни юттиришда ҳам ишлатилади.

Суяк кўмирининг ютиш хусусияти ниҳоятда кучли, у, айниқса, органик бўёқларни яхши ютади ва, шунинг учун, эритмалардан ҳар хил бўёқ моддаларни чиқариб юбориш мақсадида ишлатилади.

Қоракуя (қурум) энг тоза аморф углероддир. Қоракуя саноатда метанни термик парчалаш, шунингдек, смола, скипидар ва таркибида углерод кўп бўлган бошқа моддаларни ҳаво кам жойда ёндириш йўли билан олинади. Қоракуя қора бўёқ (тушь, босмахона бўёғи ва бошқалар) сифатида ва резина ишлаб чиқаришда резинанинг муҳим таркибий қисми сифатида ишлатилади. Углерод одатдаги температурада инерт модда бўлиб, ниҳоятда актив оксидловчи билангина реакцияга киришади. Қиздирилганда углероднинг активлиги ортади, у кислород билан осон бирикади ва яхши қайтарувчи бўлиб қолади.

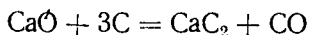
Углерод кислород билан бирикиб, иккита оксид — углерод (IV)-оксид (карбонат ангидрид) CO_2 ва углерод (II)-оксид (исгази) CO ҳосил қилади.

Углерод жуда юқори температураларда водород, олтингурут, кремний, бор ва кўпгина металллар билан бирикади.

Углероднинг металллар ҳамда углеродга нисбатан электр мусбат элементлар билан ҳосил қилган бирикмалари *карбидлар* деб аталади. Металлларнинг ёки шу металллар оксидларининг кўмирга қўшиб қаттиқ қиздирилишидан карбидлар ҳосил бўлади.

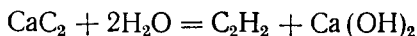
Карбидлар қаттиқ кристаллар бўлиб, жуда юқори температурадаги суюқланади.

Карбидлардан кальций карбид CaC_2 катта аҳамиятга эга. У кўмир билан оҳак аралашмасини электр ёй печларида қиздириш орқали олинади:



Тоза кальций карбид рангсиз ва тиниқ модда, техникавий кальций карбид эса тўқ кул ранг тусли, тиниқмас парчалардан иборат.

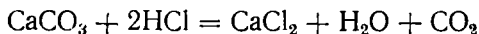
Металлларни пайвандлашда ёқилғи сифатида ишлатиладиган ацетилен C_2H_2 кальций карбидга сув таъсир эттириш йўли билан олинади:



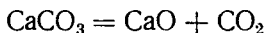
Кальций карбид кўпроқ қимматли ўғит — кальций цианамид ишлаб чиқариш учун кетади.

Углерод IV- оксид (карбонат ангидрид) CO_2 — табиатда органик моддаларнинг оксидланиш процессларида (ўсимлик ва ҳайвонот қолдиқларининг чиришида, ёқилғи ёнишида) доимо ҳосил бўлиб туради. Баъзи булоқларнинг сувидан ҳам карбонат ангидрид чиқиб туради.

Карбонат ангидрид лабораторияларда, одатда, мармар CaCO_3 га хлорид кислота таъсир эттириш йўли билан олинади:



Саноатда оҳак пиширишда қўшимча маҳсулот тарзида карбонат ангидрид ажралиб чиқади:



Карбонат ангидрид рангсиз газ, ҳаводан тахминан 1,5 марта оғир. У, асосан, сода олишда, мочевино синтез қилишда, карбонат кислота тузлари ҳосил қилишда, қанд лавлагидан қанд олиш саноатида, шунингдек, мевали ва минерал сувлар, вино, пиво ва бошқа ичимликларни газлашда ишлатилади.

Карбонат кислота H_2CO_3 ниҳоятда кучсиз ва беқарор бўлиб, фақат сувдаги эритмаларидагина маълум. Эритма қиздирилганда карбонат ангидрид ажралиб чиқиб, сувнинг ўзи қолади. Карбонат кислотанинг формуласи унинг тузларини анализ қилиш асосида аниқланган.

Карбонат кислота эритмада, асосан, H^+ ионлари билан HCO_3^- ионларига ажралади ва ниҳоятда оз миқдорда CO_3^{2-} ионлари ҳосил бўлади:



Карбонат кислота икки негизли кислота бўлганлиги учун, у икки қатор тузлар—нормал (карбонатлар) ва нордон тузлар (гидрокарбонатлар) ҳосил қилади.

Карбонат кислота кучсиз ва беқарор кислота. Энг муҳим карбонатлар Na_2CO_3 (сода), K_2CO_3 (поташ), CaCO_3 (оҳактош, оқ бўр, мармар), BaCO_3 (оғир шпат) ва бошқалардир. Гидрокарбонатлар— NaHCO_3 (ичимлик сода), $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (кальций гидрокарбонат) ва ҳоказолар.

Гидрокарбонатлар сувда яхши эрийди; фақат ичимлик содагина сувда бир оз кам эрийди.

Гидрокарбонатларнинг ҳаммаси қиздирилганда карбонатларга айланади, масалан:



Ишқорий металлларнинг ва аммонийнинг карбонатларигина сувда яхши эрийди; қолган металлларнинг карбонатлари сувда ёмон эрийди.

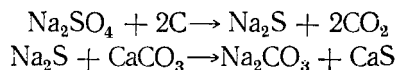
Ишқорий металлларнинг карбонатлари қаттиқ қиздирилганда суюқланади; бошқа металлларнинг карбонатлари эса қаттиқ қиздирилганда тегishли металлнинг оксиди билан карбонат ангидридга парчаланади. Барча карбонатларга сульфат, хлорид, нитрат ва сирка кислоталар таъсир эттирилганда карбонат ангидрид ажралиб чиқади.

Карбонатлар сув таъсирида гидролизланиб ишқорий реакция намоён қилади. Аммоний карбонат анча беқарор модда, у эритмада диссоциланади, гидролизланади ва яна иссиқлик таъсирида парчаланиб NH_3 ажратиб чиқаради.

Сода. Таркибида 100—96 % Na_2CO_3 бўлган маҳсулот сода деб аталади. Соданинг бир неча кўриниши бор: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — кристалл ҳолатдаги сода, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ — кристалл-карбонат, Na_2CO_3 — кальцинацияланган сода, Na_2CO_3 кукуни сувсиз сода деб аталади; NaHCO_3 ичимлик сода.

Ҳозирги вақтда сода уч усулда ишлаб чиқарилади: а) Леблан усули, б) Сольвей усули, в) электролитик усул.

а) Леблан усулининг моҳияти қуйидагилардан иборат: дастлаб ош тузига концентрланган сульфат кислота таъсир эттириб, натрий сульфат ва водород хлорид ҳосил қилинади. Сўнгра ҳосил қилинган натрий сульфат оҳактош ва кўмир билан аралаштирилиб печда қиздирилади. Бунда қуйидаги реакциялар содир бўлади:

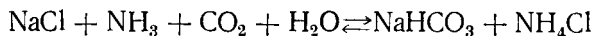


Ҳосил бўлган маҳсулотни сув билан аралаштириб, буғлатиб қаттиқ маҳсулот олинади; сўнгра уни қаттиқ қиздириб кальцинацияланган сода Na_2CO_3 тайёрланади.

Леблан усули билан олинган сода таркибида 97 % га қадар Na_2CO_3 бўлади. Сода ишлаб чиқаришда қўшимча маҳсулотлар — HCl ва CaS ҳам ҳосил бўлиб, булардан HCl хлорид кислота тайёрлаш учун кетади: CaS дан эса олтингугурт олинади.

б) Сольвей усули натрий гидрокарбонатнинг сувда ёмон эришига асосланган бўлиб, бунда қуйидаги процесслар содир

бўлади: кальций ва магний тузларидан тозаланган ош тузи эритмаси аммиак ва карбонат ангидрид билан тўйинтирилади. Реакция натижасида ҳосил бўлган NaHCO_3 чўкмага тушади:



Реакциянинг иккинчи маҳсулоти NH_4Cl эритмада қолади.

Натрий гидрокарбонатни қиздириб (кальцинациялаб) натрий карбонат — сода олинади:



NaCl , NH_3 , CO_2 , H_2O дан NaHCO_3 нинг ҳосил бўлиш реакцияси қайтар реакциялар жумласига киради. Бу реакциянинг мувозанати температура ҳамда реакция учун олинган моддаларнинг концентрациясига боғлиқ. Шунинг учун ҳосил бўлган NaHCO_3 нинг бир қисми эритмада қолади. Заводда олинадиган NaHCO_3 нинг унуми назарий унумнинг 68 процентини ташкил қилади.

Реакция учун керакли карбонат ангидрид CaCO_3 нинг парчала-нишидан олинади. CaCO_3 куйдирилганда CO_2 билан CaO ҳосил бўлади; CaO ни аммоний хлоридга таъсир эттириб, аммиак ҳосил қилинади. Сольвей усули билан олинадиган сода ниҳоятда тоза бўлади; унинг таркибида 98,5% Na_2CO_3 , 0,75% NaCl , 0,03% Na_2SO_4 ва 0,5% га яқин H_2O бўлиши мумкин.

в) электролитик усулда сода олиш NaCl эритмасининг электро-лизи натижасида ҳосил бўладиган натрий гидроксидга CO_2 таъсир эттиришга асосланган:



Ҳозирги вақтда бутун дунёда олинадиган соданинг асосий миқдори Сольвей усулида ишлаб чиқарилади, баъзи мамлакатлардагина ҳануз Леблан усули сақланиб келмоқда. Агар Na_2SO_4 сунъий йўл билан олинадиган бўлса, албатта, Леблан усулини қўллаш мақсадга мувофиқ эмас.

Саноатда олинадиган у қадар тоза бўлмаган маҳсулотни қайта кристаллаш йўли билан ниҳоятда тоза сода олиш мумкин.

Сода шиша, совун, тўқимачилик, бўёқчилик ва бошқа саноатлар учун зарур бўлиб, ультрамарин, хромпик, бура, фосфатлар, эрувчан шиша ва ҳоказолар олишда, буғ қозонлар учун ишлатиладиган сувни юмшатишда ҳамда бошқа мақсадлар учун қўлланилади.

Натрий гидрокарбонат (ичимлик сода) — оқ кристалл модда, $d=2,2$; 0°C да 1 л сувда 70 г Na_2CO_3 эрийди. Унинг сувдаги эритмаси гидролиз туфайли кучсиз ишқорий реакцияга эга.

Тоза натрий гидрокарбонат олиш учун соданинг тўйинган эритмасига CO_2 юбориш керак.

NaHCO_3 — медицинада ва озиқ-овқат саноатида сунъий хамиртуруш сифатида ишлатилади.

Кальций карбонат K_2CO_3 (поташ) оқ кристалл модда, зичлиги $d = 2,3 \text{ г/см}^3$; 897° да суюқланади, кучли гигроскопик модда; сувда яхши (0° да 1 л сувда 1050 г K_2CO_3) эрийди. Поташ ҳам худди сода каби Леблан усулида олинади. Лекин Сольвей усули билан поташ олиб бўлмайди, чунки $KHCO_3$ сувда жуда яхши эрийди. Поташ совун пиширишда, бўёқчилик саноатида ва бошқа соҳаларда ишлатилади.

Кальций карбонат $CaCO_3$ табиатда оҳактош, оқ бўр, мрамор, доломит $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ ҳолида учрайди. $CaCO_3$ гексагональ системада кристалланади.

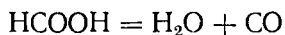
$CaCO_3$ — оқ тусли қаттиқ жисм, зичлиги $d = 2,71 \text{ г/см}^3$. Сувда деярли эрмайди. Қиздирилганда парчаланади; кислоталар билан реакцияга киришганда CO_2 ажралиб чиқади. Кальций карбонат CO_2 ва сув таъсирида сувда яхши эрувчан кальций гидрокарбонат $Ca(HCO_3)_2$ га айланади.

$MgCO_3$ табиатда магнезит $MgCO_3$, доломит $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ ва гидромагнезит $2MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$ ҳолида учрайди. У оқ тусли қаттиқ модда, зичлиги $d = 3,08 \text{ г/см}^3$, химиявий хоссалари кальций карбонатникига ўхшайди.

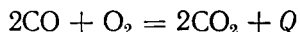
Углерод (II)-оксид (ис газ) CO — фақат $190,2^\circ C$ да суюқликка айланадиган ва $207,2^\circ C$ да қотадиган заҳарли, рангсиз, ҳидсиз газ. Углерод (II)-оксид сувда жуда оз эрийди ва сув билан химиявий реакцияга киришмайди.

Кўмир ёки таркибида углерод бўлган бирикмалар кислород етишмайдиган жойда ёндирилганда углерод (II)-оксид ҳосил бўлади.

Лабораторияларда углерод (II)-оксид сульфат кислотага озоддан чумоли кислота $HCOOH$ қўшиш йўли билан олинади. Бунда H_2SO_4 чумоли кислотадан сув элементларини тортиб олиб, CO ни ажратиб чиқаради:



CO ҳавода ёниб, CO_2 га айланади, бунда маълум миқдор иссиқлик ажралиб чиқади:



CO ёнувчи газ бўлганлигидан, ёқилғи сифатида ишлатилади. Кокс газ таркибида 4% га яқин CO бўлади. У яхши қайтарувчи.

Металлургияда, масалан, чўян металлургиясида металлари уларнинг оксидларидан қайтаришда CO дан фойдаланилади.

CO ниҳоятда заҳарли газ, шунинг учун у билан ишлашда эҳтиёт чораларига амал қилиш керак. Углероднинг олтингугурт ва азот билан ҳосил қилган бирикмаларидан углерод сульфид CS_2 ва цианид кислота HCN катта амалий аҳамиятга эга.

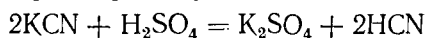
Углерод сульфид чўғ ҳолидаги кўмир орқали олтингугурт буғи ўтказиш йўли билан олинади. У ёруғлик нуруни

кучли даражада синдирадиган, 40°C да қайнайдиган эфир ҳидли учувчан, рангсиз суюқлик.

CS₂ осон алангаланадиган заҳарли модда. Углерод сульфидида олтингургурт, фосфор, йод, ҳар хил ёғлар ва смолали моддалар яхши эрийди. Углерод сульфиднинг кўп миқдори қишлоқ хўжалик экинларининг ҳар хил зараркунандаларига қарши курашиш учун ишлатилади.

Цианид кислота электр ёйи температурасида углероднинг бевосита азот билан бирикиши натижасида ҳосил бўладиган рангсиз, заҳарли газ — циан (CN)₂ нинг водород билан бирикишидан олинади.

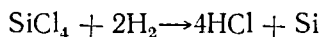
Цианид кислота — кучсиз кислота хоссаларига эга, ниҳоятда заҳарли ва учувчан суяқлик, 26,5°C да қайнайди, —15°C да музлайди. Цианид кислотадан аччиқ бодом ҳиди келади. Цианид кислота, одатда, шу кислота тузларига, масалан, KCN га сульфат кислота таъсир эттириш йўли билан олинади:



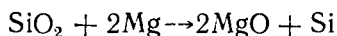
Калий цианид зарарли ҳашаротларга, кемирувчиларга ва мевали дарахтларнинг зараркунандаларига қарши курашнинг энг яхши воситаларидан биридир. Цианид кислота органик синтез саноатида ҳам ишлатилади.

4- §. Кремний. Кремний табиатда энг кўп тарқалган элементлардан бири. Ер пўстлогининг оғирлик жиҳатидан 28 процентини кремний ташкил этади. У асосан, кремний (IV)-оксид ва силикатлар, масалан, альбит NaAlSi₃O₈ таркибида учрайди. Силикатлар формуласини силикат таркибига кирган элементларнинг оксидлари ҳолида ёзиш қулай бўлгани учун, альбитнинг формуласи Na₂O · Al₂O₃ · 6SiO₂ тарзида ёзилади. Ортоклаз K₂Al₂Si₆O₆(K₂O · Al₂O₃ · 6SiO₂); каолин Al₂O₃ · 2SiO₂ · 2H₂O; калийли слюда 2K₂O · 3Al₂O₃ · 6SiO₃ · 2H₂O; асбест 3MgO · 2SiO₂ · 2H₂O; кварц (SiO₂)_n ана шундай силикатлардир.

Саноатда қумни юқори температурада кокс воситасида қайтариш йўли билан аморф кремний олинади. Ярим ўтказгичлар саноати учун керакли тоза кремний олиншда, аввал тозаланмаган кремнийга хлор таъсир эттирилиб SiCl₄ ҳосил қилинади ва у фракцион ҳайдаш йўли билан яхши тозаланиб, сўнгра иссиқ найда водород воситасида қайтарилди:



Лабораторияларда кремний (IV)-оксид SiO₂ ни магний воситасида қайтариш йўли билан олинади:



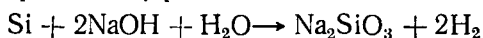
Бу реакцияда магнийдан мўлроқ олинса, магний силицид Mg₂Si ҳосил бўлади. Реакция вақтида портлаш рўй бермаслиги учун дастлабки моддалар аралашмасига 25% MgO ҳам қўшилади. Бунда аморф кремний ҳосил бўлади. Кремний иккита алло-

тропик шакл ўзгариши ҳолида: кристалл ва аморф ҳолида бўлади.

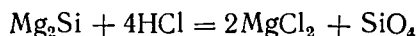
Кристалл кремний кул ранг тусли жуда қаттиқ, мўрт ва ялтироқ кристалллардан иборат. Унинг кристалллар панжараси октаэдр шаклида бўлади. Кристалл кремний 1423°C да суюқланади ва 2600°C да қайнайди, электр токини ўтказида.

Аморф кремний қўнғир тусли кукун. Унинг бирор суяқ металлдаги эритмасини совитиш йўли билан кристалл кремний олинади. Кристалл кремний мўрт бўлганлиги учун майдаланганда аморф кремнийга айланади. Бинобарин, аморф кремний, аслини олганда, кристалл кремний силиқларида иборат. Аморф кремний кристалл кремнийдан кўра тезроқ химиявий реакцияларга киришади. Аморф кремний кучли оксидловчилар билан ҳам, кучли қайтарувчилар билан ҳам реакцияга киришади. У одатдаги температурада фтор билан бирикиб кремний (IV)-фторид SiF_4 , 400°C да хлор билан бирикиб кремний (IV)-хлорид SiCl_4 , 600°C да кислород билан бирикиб кремний (IV)-оксид SiO_2 , 1000°C да азот билан бирикиб Si_3N_4 таркибли бирикма, 2000°C да кўмир билан бирикиб кремний карбид SiC , бор билан бирикиб эса SiB_3 ва SiB_6 таркибли бирикмалар ҳосил қилади.

Кремний фақат фторид кислота билан нитрат кислота аралашмасидагина эрийди. Ишқорларнинг суюлтирилган эритмалари билан реакцияга киришиб, металл силикат ҳосил қилади ва водород ажратиб чиқаради:

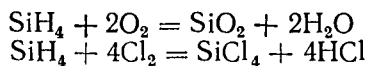


Кремний ўз бирикмаларида асосан тўрт валентли бўлади, фақат SiO дагина икки валентлидир. Кремнийнинг водород билан ҳосил қилган бирикмалари Si_2H_6 , Si_2H_8 ва бошқалар *силанлар* дейилади. Масалан, SiH_4 таркибли силан силицидларга, чунончи магний силицид Mg_2Si га кислота таъсир эттириш йўли билан олинади:

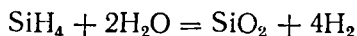


Силанлар химиявий жиҳатдан актив бўлиб, реакцияга осон киришади.

SiH_4 таркибли силан кучли қайтарувчи бўлганлигидан, кучли оксидловчилар — кислород ва галоидлар билан шиддатли равишда бирикади. Ҳавода ўз-ўзидан ўт олади, галогенлар билан портлаб бирикади:



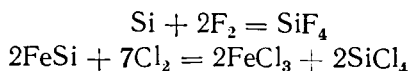
Сув таъсирида SiH_4 кремний (IV)-оксид билан водородга парчалади:



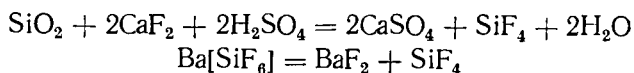
Ҳозирги вақтда кремнийли органик бирикмалар амалий ва, айниқса, назарий жиҳатдан катта аҳамиятга эга. Кремний гало-

генидлар билан реакцияга киришиб SiF_4 таркибли бирикмалар ҳосил қилади (бу ерда Г — галонд).

Кремний хлорид ёки кремний фторид ҳосил қилиш учун кремнийга ёхуд ферросилицийга хлор ёки фтор буғи таъсир эттирилади:

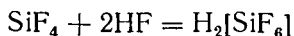


Кремний фторид CaF_2 билан SiO_2 аралашмасига концентранган сульфат кислота таъсир эттириш ёки барий ортосиликат $\text{Ba}[\text{SiF}_6]$ ни термик парчалаш йўли билан ҳам кремний фторид олиш мумкин:



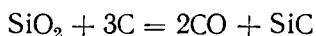
Кремний хлорид SiCl_4 тутун ҳосил қилувчи модда сифатида ишлатилади. Ундан кремнийнинг турли бирикмаларини ҳосил қилишда ҳам фойдаланилади.

SiF_4 водород фторид билан ўзаро таъсир этиб $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$ таркибли кучли комплекс кислота ҳосил қилади:



Кремний металллар билан бирикиб, силицидлар ҳосил қилади. Силицидлар химиявий хоссалари жиҳатидан карбидларга ўхшайди, лекин уларга қараганда барқарорроқ бўлади. Қислоталар ва сув билан реакцияга киришади.

Кремний карбид SiC *карборунд* деб аталади. Бу модда қаттиқлиги жиҳатидан олмосга яқинлашади ва жилвирлаш тошлари тайёрлаш учун ишлатилади. Карборунд кремний (IV)-оксидни электр ёй печларида кўмир воситасида 2000°C чамаси температурада қайтариш йўли билан олинади:



Соф кремний ярим ўтказгичлар тайёрлаш учун ишлатилади.

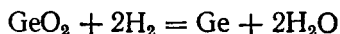
Кремний кислотабардош ва 300°C гача температураларда электрик қаршилиги юқори бўлганлигидан, у жуда қимматли ярим ўтказгичдир. Техник кремний кислотабардош ва ўтга чидамли буюмлар тайёрлашда, водород олишда, пўлат ишлаб чиқаришда, кремний (IV)-хлорид олишда ишлатилади. Таркибида 4% Si бўлган пўлат трансформатор пўлати дейилади ва, трансформаторлар тайёрлашда ишлатилади.

5- §. Германий. Германий табиатда нодир минераллар, масалан, германит таркибида учрайди. У рух рудаларида ҳам бўлади. Германийнинг айтарли даражада катта конлари бўлмайди; у энг тарқоқ элементлардандир. Германий атомларининг сиртқи квант қаватида худди кремний ва углерод атомларидаги

каби 4 та электрон бор. Германий металлмаслар билан ўзаро таъсир этиб, икки ёки тўрт мусбат валентлик намоён қилади.

Германий атомининг сиртқидан олдинги қаватида 2 ва 8 эмас, балки 18 электрон бўлиши билан углерод ва кремнийдан фарқ қилади.

Германий германит минералидан ва рух рудаларини қайта ишлашда чиқадиған қўшимча маҳсулотлардан олинади. Германий ажратиб олинатиған яна бир манба тошқўмир ёқилганда чиқадиған кулдир. Тошқўмир кулидаги германий германий (IV)-оксид GeO_2 га айлантйрилади, бу оксид эса водород воситасида қайтарилади:



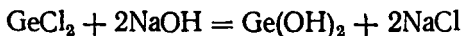
Қайтарилған германий зонавий суюқлантириш усулида тозала-ниб, ниҳоятда тоза германий ҳосил қилинади. Тоза германий кумуш ранг тусли, қаттиқ, мўрт металл. Суюқланиш темпера-тураси 958°C га, зичлиги эса $5,36 \text{ г/см}^3$ га тенг; германий ҳавода ўзгармайди; унга сув ҳам таъсир этмайди. Германий кислород билан 700°C дан юқори температурадагина ўзаро таъсир этиб, германий (IV)-оксид GeO_2 ҳосил қилади; германий суюлтирил-ған хлорид ва сульфат кислоталарда эримади; ишқорларда, ок-сидловчилар, масалан, водород пероксид иштирокида секин эрийди. Концентрланған сульфат кислота германийни оксидлаб, германий (IV)-оксидга айлантйради:



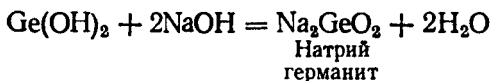
$200\text{—}250^\circ\text{C}$ температурада германий олтингугурт ва галогенлар билан шиддатли равишда реакцияга киришиб, германий суль-фид ва германий галогенидлар ҳосил қилади.

Соф германий, асосан, электротехникада ва радиотехникада ярим ўтказгич сифатида ишлатилади.

Германий ўз бирикмаларида мусбат тўрт ва икки валентлик намоён қилади. Германий кўп бирикмаларида, асосан тўрт ва-лентли бўлади. Германий икки хил оксид: германий (II)-оксид GeO ва германий (IV)-оксид GeO_2 ҳосил қилади. GeO га муво-фиқ келатиған гидроксид германий хлорид эритмасига ишқор таъсир эттириш йўли билан олиниши мумкин:

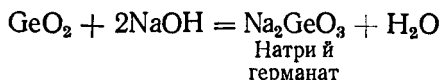


GeO ҳам, Ge(OH)_2 ҳам амфотер хоссара эга. Икки валентли гер-маний гидроксиднинг ишқор билан ўзаро таъсири натижасида туз—*германит* ҳосил бўлади:



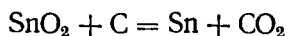
Икки валентли германий бирикмалари кучли қайтарувчилар-дир, шунинг учун улар оксидланиб, тўрт валентли германий би-рикмаларига айланади.

Германий (IV)-оксид кислота хоссаси кучли амфотер оксиддир; у ишқорлар билан ўзаро таъсир этиб, германат кислота тузларини ҳосил қилади, бу тузлар *германатлар* деб аталади, масалан:



Германийнинг энг муҳим бирикмаси — германий (IV)-оксид GeO_2 оқ тусли кристалл модда; у оптик шишалар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

6-§. Қалай. Қалай табиатда соф ҳолда ҳам, бирикмалар таркибида ҳам учрайди, аммо табиатда соф қалай ниҳоятда кам учрайди. У асосан, қалайтош минерали (SnO_2) ҳолида бўлади ва ана шу минералдан кўмир воситасида қайтариш йўли билан олинади:

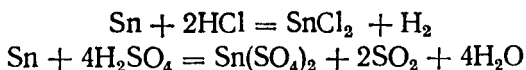


Соф қалай кумуш ранг тусли енгил, юмшоқ, осон суюқланувчан (суюқланиш температураси 232°C га тенг) металл. Одатдаги шаронгта ҳавода оксидланмайди ва сув билан реакцияга киришмайди.

Қалай уч хил аллотропик шакл ўзгариши: $13,6^\circ\text{C}$ гача кул ранг қалай, $13,6$ дан 161°C гача барқарор қалай, 161°C дан юқорида эса ромбик қалай ҳолида бўла олади.

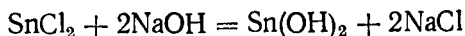
Қалай коррозиябардош қоплам ҳосил қилиш (масалан, пўлат тунукаларга қоплаш), турли қотишмалар (масалан, бронза) тайёрлаш учун ишлатилади.

Қалай ўз бирикмаларида мусбат икки ва тўрт валентли бўлади. Тўрт валентли қалай бирикмалари одатдаги шаронгта барқарордир. Қалай суюлтирилган кислоталарда эримайди, концентранган кислоталарда эрийди.



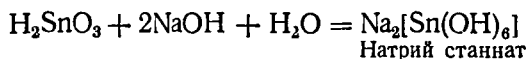
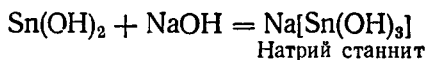
Қалай кислород билан ўзаро таъсир этиб, қора тусли қалай (II)-оксид SnO ва оқ тусли қалай (IV)-оксид SnO_2 ҳосил қилади. Қалай (II)-оксид қизил шиша тайёрлашда, қалай (IV)-оксид эса эмаль тайёрлашда ишлатилади.

Бу оксидлар сувда эримаганлигидан, тегишли гидроксидлар уларнинг тузларига ишқор таъсир эттириш йўли билан олинади:



Қалай (II)-гидроксид $\text{Sn}(\text{OH})_2$ нинг асос хоссалари кислота хоссаларига қараганда устун туради. Қалай гидроксидлари ишқорларда ҳам, кучли кислоталарда ҳам эриб, тегишли тузлар ҳосил қилади. H_2SnO_2 кислота станнит кислота деб, H_2SnO_3 кис-

лота станнат кислота деб аталади. Бу кислоталарнинг тузлари тегишлича *станнитлар* ва *станнатлар* дейилади:



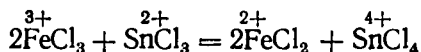
Натрий станнатни $\text{Na}_2\text{SnO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ кўринишида ҳам ёзиш мумкин. Бу туз бўёқчиликда хуруш сифатида ишлагилади.

Станнат кислота икки хил модификацияда бўлади: α (альфа)-станнат кислота ва β (бета)-станнат кислота. α -станнат кислота ишқорларда эрийди. Бу кислота қуйидагича олинади:



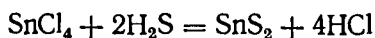
β -станнат кислота эса қалайни концентрланган нитрат кислота таъсир эттириб оксидлаш йўли билан олинади. β -станнат кислота кислоталар билан реакцияга киришмайди, ишқорлар билан реакцияга киришиб, станнатлар ҳосил қилади.

Қалайнинг мусбат тўрт валентли бирикмалари мусбат икки валентли бирикмаларига қараганда барқарор бўлгани учун қалай иккита электрон бериб, мусбат икки валентликдан мусбат тўрт валентликка ўтади. Масалан, SnCl_2 таъсирида FeCl_3 бирикма FeCl_2 гача қайтарилади:



Қалай тузларидан қалай (IV)-хлорид SnCl_4 суюқ модда бўлиб, бўёқчиликда хуруш сифатида ва баъзи реакцияларда катализатор сифатида ишлатилади.

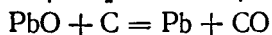
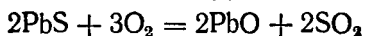
Қалай олтингугурт билан реакцияга киришиб, қалай (II)-сульфид SnS ва қалай (IV)-сульфид SnS_2 ҳосил қилади. Қалай (IV)-сульфид SnS_2 тўғридан-тўғри элементлардан ёки таркибида Sn^{4+} ион бўлган тузга H_2S таъсир эттириш йўли билан олинади:



Қалай ва олтингугурт кукунлари NH_4Cl иштирокида қиздирилганда ҳам SnS_2 ҳосил бўлади. Қалай (IV)-сульфид олтин ранг қаттиқ модда бўлиб, сувда эрийди, ёғоч, ганч ва бошқа жиҳозларни ҳаллаш учун ишлатилади.

7-§. Қўрғошин. Қўрғошин табиатда турли бирикмалар таркибида учрайди. У оч ҳаво ранг тусли, юмшоқ металл. Зичлиги $11,34 \text{ г/см}^3$, суюқланиш температураси 327°C . Қўрғошин жуда пластик металл, шунинг учун ундан зар (қўрғошин қоғоз)лар тайёрланади. Қўрғошин иссиқлик ва электрни мисга қараганда 12 барабар ёмон ўтказади. Аммо анча паст температурада унинг иссиқлик ва электр ўтказувчанлиги жуда юқори бўлади.

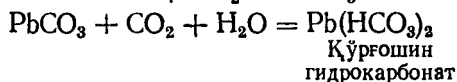
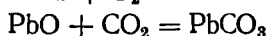
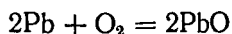
Саноатда соф қўрғошин қўрғошин ялтироғи PbS дан олинади. Бунда кондан қазиб олинган руда қаттиқ қиздирилади, яъни пиширилади, сўнгра, ҳосил бўлган қўрғошин (II)- оксид PbO кўмир воситасида қайтарилиб, соф қўрғошин олинади:



Қўрғошин одатдаги температурада қуруқ ҳавода ҳам оксид парда билан қопланади, бу парда қўрғошинни янада оксидланишдан сақлайди. Қўрғошин нам ҳавода оксидланади:



Қўрғошин кислород, карбонат ангидрид ва сув иштирокида тез коррозияланиб, сувда эрийдиган қўрғошин гидрокарбонатга айланади:



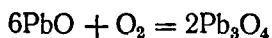
Қўрғошин кислородда 130°C га яқин температурадагина оксидлана бошлайди. Хлорид ва суюлтирилган сульфат кислота қўрғошинга деярли таъсир этмайди, чунки у сувда қийин эрийдиган туз (PbCl₂ ва PbSO₄) қатлами билан қопланиб қолади. Концентранган сульфат кислота таъсирида қўрғошин эриб, қўрғошин бисульфат (гидросульфат) Pb(HSO₄)₂ ҳосил қилади.

Қўрғошин кислород иштирокида органик кислоталарда эрийди; у ишқорларда ҳам эрийди. Қўрғошин суюлтирилган нитрат кислотада яхши эрийди.

Соф қўрғошин электр кабелларини изоляция қилиш ва аккумулятор пластиналари тайёрлашда ишлатилади. У ҳар хил қотишмалар таркибига киради; подшипниклар ишлаб чиқаришда ишлатиладиган қотишмалар — баббитларнинг асосий қисмини ташкил этади, қўшимчалар сифатида эса сурьма ва мис, баъзан эса кальций, кадмий ҳамда баъзи бошқа металллар ишлатилади. Босмахона қотишмаси қўрғошин, қалай ва сурьмадан иборат. Қўрғошиндан ўқ ва питра ишлаб чиқариш, шунингдек, радиоактив нурлардан сақланиш учун фойдаланилади.

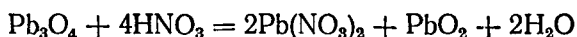
Қўрғошин бирикмаларида, асосан, мусбат икки ва тўрт валентлик намоён қилади. Аммо кўпчилик бирикмаларида икки валентли бўлади. Қўрғошиннинг қўрғошин (II)- оксид (глёт) PbO, сурик Pb₃O₄ ва қўрғошин (IV)- оксид PbO₂, Pb₃O₄ таркибли бирикмалари маълум. PbO ҳосил қилиниш усулига кўра сариқдан тортиб, қизғиш қўнғир тусгача бўлади ва суюқлантирилган қўрғошинни узоқ вақт қиздириш йўли билан олинади; у шиша ишлаб чиқариш, алиф тайёрлаш ҳамда аккумулятор пластиналари катакларини тўлдириш учун ишлатилади.

Pb_3O_4 (сурик) қўрғошин (II)- оксидни ҳавода узоқ вақт қаттиқ қиздириш йўли билан олинади:



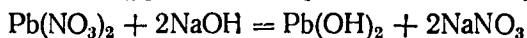
Сурикдан қизил мой бўёқ (тунука мойи) тайёрлашда ва юқори температурага чидамли замазкалар ишлаб чиқаришда, кучли оксидловчи сифатида фойдаланилади.

PbO_2 тўқ қўнғир кукун бўлиб, қўрғошин (II)- оксидга кучли оксидловчилар таъсир эттириш йўли билан олинади. Сурикка суюлтирилган нитрат кислота қўшиб қиздирилганда қўрғошин (IV)- оксид ажралиб чиқади:

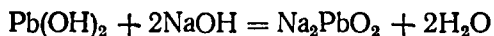


Қўрғошин оксидлари деярли сувда эримайди. PbO ва PbO_2 амфотер моддалар бўлиб, PbO_2 нинг кислота хоссалари кучли.

Икки валентли қўрғошин тузи эритмасига ишқор таъсир эттириш йўли билан қўрғошин гидроксид олиш мумкин:



Қўрғошин гидроксид сувда деярли эримайди. У амфотер. Унинг ишқорларда эриши натижасида тузлар — плюмбитлар ҳосил бўлади:



Натрий
плюмбит

$\text{Pb}(\text{OH})_2$ кислоталар билан реакцияга киришиб, сувда эримайдиган ёки жуда оз эрийдиган тузлар ҳосил қилади. Қўрғошин тузларидан фақат қўрғошин нитрат билан қўрғошин ацетатгина сувда эрийди.

Қўрғошин тузларидан амалий аҳамиятга эга бўлганлари, асосан, қуйидагилардир: *қўрғошин гидроксикарбонат* $\text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{PbCO}_3$ оқ тусли модда, қўрғошинли белила сифатида ишлатилади. *Қўрғошин ацетат* $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ қўрғошин шакари деб аталади ва газламаларни бўяшда ишлатилади. *Қўрғошин хромат* PbCrO_4 хромли сариқ бўёқ деб аталадиган бўёқ сифатида ишлатилади. Қўрғошин тузларидан иборат бўёқлар билан бўялган жой қорайиб қолади. Бунинг сабаби шуки, қўрғошин бирикмалари водород сульфид билан ўзаро таъсир этиб, қора тусли қўрғошин сульфид ҳосил қилади. Қўрғошин ва унинг барча бирикмалари заҳарлидир.

Тўрт валентли қўрғошин оксиди кучли оксидловчи хоссаларини намоён қилади. Масалан, қўрғошин (IV)- оксид кислотали муҳитда хлор ионини осон оксидлаб, эркин хлорга айлантиради:



Қўрғошин (IV)- оксид кучли оксидловчи бўлганлигидан у аккумуляторлар тайёрлаш учун ишлатилади.

8-§. Титан группачаси. Титан группачасидаги элементлар даврий системанинг учинчи группа қўшимча группачасидаги скандий, лантан ва актинийга ўхшайди. Лекин титан группачаси элементлари атомларининг сиртқи қаватида 2 та, скандий группачасидаги элементлар атомларининг сиртқи қаватида эса 3 та электрон бўлади. Титан группачасидаги элементлар атомларининг сиртқидан олдинги қаватида 10 тадан электрон бўлади. Булар электрон қабул қила олмайди, сиртқи қаватдан 2 электронини ва сиртқидан олдинги қаватидан ҳам 2 электронини, ҳаммаси бўлиб 4 электронини йўқотиб, 4 валентли бирикма ҳосил қилади. Демак, булар тўрт валентлидир, лекин 2 ва 3 валентли бўлиши ҳам мумкин. Аммо 2 ва 3 валентли бирикмалари ниҳоятда беқарор бўлиб, титандан пастга томон бу хоссалари кучайиб боради. Шунинг учун цирконий, гафний ва курчатовий ҳамиша 4 валентли дейиш мумкин. Бу элементлар 4 электронини йўқотади ва тўрт валентли бирикма ҳосил қилади, сиртқи қаватлари йўқолади ва 8 электронли бўлиб қолган сиртдан иккинчи қават барқарор сиртқи қаватга айланади. Шунинг учун ҳам 4 валентли ҳолатдаги бу элементларнинг бирикмалари барқарордир

9-§. Титан. Титан табиатда турли минераллар таркибида учрайди. Соф титан кул ранг тусли, пластик (яхши болғаланувчан металл), зичлиги $4,5 \text{ г/см}^3$, суюқланиш температураси 1725°C .

Нормал температурада титанга сув таъсир этмайди, қиздирилганда эса титанга сув таъсир этиб, ундан водородни сиқиб чиқаради. Юқори температураларда титан галогенлар, олтингурут, углерод, кремний ва фосфор билан реакцияга киришиб, тегишли бирикмалар ҳосил қилади.

Титаннинг энг муҳим минераллари рутил TiO_2 , ильменит $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$, яъни FeTiO_3 , титаннинг магнетит $\text{FeTiO}_3 \cdot \text{FeO}_4$, титанит (сфен) $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2$ ва перовскит $\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$ дир. Соф ҳолдаги титан ана шу минераллардан ажратиб олинади. Масалан, рутил TiO_2 дан титан олиш учун у даставвал хлорланиб титан тетрахлорид TiCl_4 ҳосил қилинади, TiCl_4 дан эса хлор ажратиб олинади.

Табиатда титаннинг бешта барқарор изотопи учрайди. Сунъий йўл билан унинг бир неча радиоактив изотопи олинган. Кукун ҳолидаги титан тўқ кул ранг бўлади ҳамда водород, кислород ва азот каби газларни яхши адсорбилайди. Титан одатдаги температурада ҳавода барқарор, лекин қиздирилганда ҳаводаги кислород ва азот билан бирикади.

Титан суюлтирилган HCl да иситилганда эриб, TiCl_3 ҳосил қилади, концентрланган HNO_3 да оксидланиб, титанат кислота ҳосил қилади. Титан HF да, айниқса, зар сувида яхши эрийди.

2 ва 3 элементли титан бирикмалари ниҳоятда беқарор ва кучли қайтарувчидир. Титан кислород оқимида қиздирилганда титан (IV) - оксид TiO_2 ҳосил бўлади. TiO_2 оқ тусли модда бўлиб, қиздирилганда сарғаяди; сувда ва суюлтирилган кислоталарда эримайди.

концентрланган H_2SO_4 да эрийда. TiO_2 ниҳоятда ўтга чидамлидир. У 1825° да суюқланади.

TiO_2 амфотер бўлиб, унинг кислота хоссалари ҳам, асос хоссалари ҳам кучсиз, ammo асос хоссалари кислота хоссаларидан кучлироқ.

Титан темирга қараганда анча пишиқ ва енгил ҳамда коррозиябардош бўлгани учун сўнгги вақтларда металлургияда унинг аҳамияти ортиб бормоқда.

Товушдан тез учар самолётлар, кемалар, ракеталар учун титан қотишмалари ишлатилади. Унинг кўпгина бошқа қотишмалари, масалан, ферротитан мустаҳкам қотишма бўлиб, у пўлат ишлаб чиқаришда ишлатилади. Титан пўлатнинг пухталики ва коррозиябардошлики хоссаларини ошириб, сифатини яхшилайдди. Пўлатга титан қўшишнинг яна бир аҳамияти шундаки, пўлат қуйилганда ундаги кислород ва азотни титан осон бириктириб олади, шунинг учун пўлат зич ва мустаҳкам бўлиб қотади. TiO_2 мойли оқ бўёқлар, қийин суюқланувчан ва иссиққа чидамли шишалар, кўзгуга суртиладиган сир бўёқлар тайёрлашда ишлатилади.

10-§. Цирконий. Цирконий табиатда кўп тарқалган элементлардан бўлиб, тарқоқ ҳолда учрайди. У кул ранг тусли ялтироқ металл, кукунга айлантирилганда қорамтир тусли бўлади. Цирконийнинг табиатда учрайдиган муҳим минераллари бадалеит ZrO_2 ва циркон ZrSiO_4 дир.

Цирконийнинг химиявий хоссалари титаннинг химиявий хоссаларига ўхшайди. Нормал шароитда цирконийга сув ҳам, ҳаво ҳам таъсир этмайди. У юқори температурада активлашади.

Цирконий суюлтирилган кислота ва ишқорларда, ҳатто зар сувида ҳам эримайди. Унинг асос хоссалари титанникидан кучлироқ, лекин 2 ва 3 валентли цирконий бирикмалари титанникига қараганда янада беқарор.

ZrO_2 сувда эримайдиган ва 2680°C да суюқланадиган оқ модда. Цирконат кислота тузлари *цирконатлар* деб аталади. Цирконий тузлари эритмаси ишқорлар таъсирида оқ ивиқ чўкма — цирконий гидроксид ҳосил қилади. Бу гидроксид коллоид ҳолга осон ўтади, кислоталарда эрийди, ишқорларда эримайди. Ишқорлар ва ишқорий металлларнинг карбонатлари билан қиздирилганда цирконатлар ҳосил қилади.

Цирконий махсус пўлатлар тайёрлашда ишлатилади. ZrO_2 дан ўтга чидамли идишлар, шишалар, мой бўёқ ва эмаллар тайёрланади, ZrC эса қимматбаҳо тошларни жилолаш ва шишаларни кесишда фойдаланилади.

ЭЛЕМЕНТЛАР ДАВРИЙ СИСТЕМАСИНИНГ БЕШИНЧИ ГРУППАСИ

1-§. Умумий маълумот. Даврий системанинг бешинчи группаси азот N, фосфор P, ванадий V, мышьяк As, ниобий Nb, сурьма Sb, тантал Ta, висмут Bi элементларини ўз ичига олади. Бу элементлар асосий ва қўшимча группачаларга бўлинади. Асосий группачага N, P, As, Sb, Bi элементлари, қўшимча группачага эса V, Nb, Ta элементлари киради.

Асосий группачани типик элементлар: азот, фосфор билан мышьяк группачаси ташкил қилади, қўшимча группачани эса ванадий группаси ташкил этади.

2-§. Асосий группача элементлари. V группа асосий группача элементлари атомларининг сиртқи қаватида бештадан электрон: иккита s- электрон ва учта p- электрон бор.

Бу элементлар атомларининг электрон бериш хусусияти олтинчи группа элементлариникига қараганда кучлироқ ва, шунинг учун, металлмас хоссалари олтинчи группа элементлариникидан кучсизроқ, кислород билан ҳосил қилган бирикмалари барқарордир.

Группачада азотдан висмутга томон металлоидлик хоссалари кучсизланиб, металллик хоссалари кучайиб боради.

Бу группачадаги элементлар 5 та электрон бериб, мусбат 5 валентлик, 3 та электрон бириктириб манфий 3 валентлик намоеън қилади.

3-§. Азот. Азот рангсиз, мазасиз ва ҳидсиз газ. Табиатда унинг иккита барқарор изотопи: $^{14}_7\text{N}$ ва $^{15}_7\text{N}$ учрайди. Сунъий йўл билан бир неча радиоактив изотопи олинган.

Азот ер пўстлоғининг 0,04% ини ташкил этади. Азотнинг энг кўп миқдори ҳаводадир. Ҳавонинг оғирлик жиҳатидан 78% га яқинини эркин азот ташкил этади. Бунинг сабаби шуки, азот барқарор моддадир.

Улуғ рус олими М. В. Ломоносов 1756 йилда металлларни берк идишда қиздириш тажрибасини ўтказиб, ҳавонинг маълум қисми металл билан бирикмай ортиб қолганлигини аниқлади. 1775 йилда француз олими Лавуазье М. В. Ломоносов тажрибасини такрорлаб, металлга бирикмай ортиб қолган газ ҳавонинг $\frac{1}{5}$ қисмини ташкил этишини аниқлади ва унга азот, яъни ҳаётгий эмас деган ном берди, чунки у тирик мавжудотнинг яшаши учун ёрдам бермайдиган газ бўлиб чиқди.

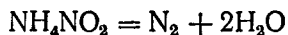
Азот бирикмаларидан энг муҳимлари нитратлар ва аммоний тузлари бўлиб, улар денгиз сувида кўп учрайди. Чили ва Испанияда селитранинг катта-катта конлари бор.

Қуёш атмосферасида азот ионлари борлиги аниқланган. Уран ва нептун планеталарда муз ҳолатидаги аммиак борлиги аниқланган.

Азот ўсимлик ва ҳайвонот организмларидаги кўпгина органик бирикмалар таркибига киради. Масалан, хлорофилл, гемоглобин ва оқсил моддалар таркибида азот бўлади. Демак, азот ҳаёт учун зарур элементлардан биридир.

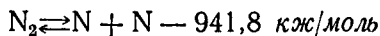
Соф азот техникада ҳаводан олинади. Бунинг учун ҳаво жуда паст температурагача совитилиб, суяқ ҳолатга ўтказилади, сўнг-ра суяқ ҳаво исита борилганда тахминан минус 196°C да азот буғланади ва бу азот йиғиб олинади.

Лабораторияларда азот олиш учун аммоний нитрит NH_4NO_3 қиздириш йўли билан парчаланади:

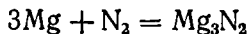


Азот сувда жуда оз эрийди. Эркин азот унча кўп ишлатилмайди. Лекин азот бирикмалари халқ хўжалигининг турли соҳаларида, асосан ўғит сифатида ва портловчи моддалар тайёрлашда жуда кўп ишлатилади.

Эркин азот одатдаги шароитда моддалар билан бевосита бирикмайди. Азотнинг инертлигига сабаб азот молекуласи N_2 да азот атомлари бир-бирига мустаҳкам боғланганлигидир. Бу боғни узишга эса жуда катта энергия сарф бўлади:



Атом ҳолидаги азот химиявий жиҳатдан бирмунча актив. Азот атоми ўз электронини бошқа атомга қийинроқ беради, шунинг учун у кучсиз қайтарувчидир. Шунга кўра, мусбат икки, уч ва беш валентли азот оксидловчидир. Азот юқори температурада активлашади ва баъзи металллар билан бирикиб, нитридлар, масалан, магний нитрид Mg_3N_2 ҳосил қилади:



Азот юқори температурада кислород ҳамда водород билан ҳам бирикади.

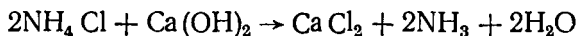
Тоза кислород билан узоқ вақт нафас олиб бўлмайди; бу жиҳатдан олганда, ҳавода кислородга азот аралашганлигининг аҳамияти катта.

Азот техникада асосан азотли ўғитлар ҳамда портловчи моддалар тайёрлашда ва электр лампаларини тўлдиришда ишлатилади.

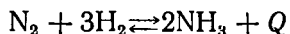
Азот изотопларидан қотишмалар ишлаб чиқаришда ва турли илмий текшириш ишларида нишонли атомлар сифатида фойдаланилади.

Азотнинг турли бирикмалари, асосан, азот билан водород бирикмаси — аммиакдан олинади. Шунинг учун аммиакни батафсилроқ кўриб чиқамиз.

4-§. Аммиак. Аммиак табиатда оксил моддаларнинг чиришидан, аммоний тузларининг (масалан, аммоний хлорид) кучли асослар таъсирида парчаланишидан ҳосил бўлади:



Лабораторияда аммиакли сувни қиздириш йўли билан ҳам аммиак олинади. Баъзан нитридларни гидролизлашда ҳам аммиак ҳосил бўлади. Саноатда аммиак эркин ҳолатдаги водород билан азотдан синтез қилинади:



Аммиак синтез қилишнинг бу реакцияси саноатда 1913 йилдан ишлатила бошлади. Бу реакция қайтар реакция бўлиб, водород ҳамда азот ҳажмларининг камайиши билан боради (бир ҳажм азот ва уч ҳажм водороддан икки ҳажм аммиак ҳосил бўлади). Реакция унумини ошириш учун температурани мумкин қадар пасайтириш, босимни эса ошириш керак.

Саноатда тошкўмирнинг махсус навини кокслаш процессида ҳам қўшимча маҳсулот сифатида аммиак ҳосил бўлади, бунинг сабаби шуки, тошкўмир таркибида (органик моддалар тарзида) 0,5—1,5% азот бўлади. Тошкўмир қуруқ ҳайдалганда бу азотнинг 25% га яқини аммиакка айланади, 75% и эркин азот ҳолида ажралиб чиқади.

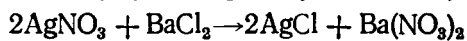
Аммиакли сувдан сувсиз аммиак олиш учун аммиакли сув кальций оксид тўлдирилган най орқали ўтказилади. Бу мақсадда сульфат кислота ёки кальций хлориддан фойдаланиб бўлмайди, чунки аммиак сульфат кислота билан бирикиб, аммоний сульфат, кальций хлорид билан бирикиб эса $[\text{Ca}(\text{NH}_3)_8]\text{Cl}_2$ таркибли комплекс туз ҳосил қилади.

Аммиак рангсиз, ўзига хос ўткир ҳидли ва мазали газ. Унинг критик температураси юқори (+132,4°C), шунинг учун у суюқ ҳолатга жуда осон ўтади. Аммиакнинг қайнаш температураси минус 33,4°C га, қотиш температураси минус 78°C га тенг. 0°C да 1 л сувда 1150 л, 20°C да 1 л сувда 700 л аммиак эрийди. 25% ли аммиак эритмасининг зичлиги 0,9 г/см³ га тенг. Температура кўтарилган сари аммиакнинг сувда эрувчанлиги пасаяди; эритма қайнатилганда аммиак эритмадан батамом чиқиб кетади.

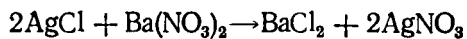
Аммиак 20°C да 8,5 атм. босим остида суюқ ҳолатга ўтади; суюқ аммиак рангсиз бўлиб, пўлат баллонларда сақланади. У электр токини ўтказмайди, аммо турли анорганик моддаларни эритиб, натижада электр токини яхши ўтказадиган бўлиб қолади.

Моддаларнинг суюқ аммиакдаги эритмалари кислотавий ва асосий хоссалари жиҳатидан сувдаги эритмаларидан фарқ қилади. Суюқ аммиакда эриган моддалар орасида борадиган реакцияларнинг характери сувдаги эритмаларидагидан бошқача бўлади. Масалан, HCN нинг сувдаги эритмаси кучсиз кислота бўлса, суюқ аммиакдаги эритмаси кучли кислотадир.

Кумуш нитрат билан барий хлориднинг сувдаги эритмаси реакцияга киришиб, кумуш хлорид чўкмасини ҳосил қилади:

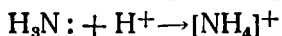


Суюқ аммиакдаги эритмасида кумуш хлорид билан барий нитрат реакцияга киришиб, барий хлорид чўкмасини ҳосил қилади:

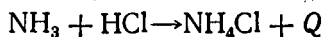


Суюқ аммиак турли синтезларда эритувчи сифатида ишлатилади. Суюқ аммиак буғланганда кўп миқдор иссиқлик ютилади ва бу иссиқлик паст температурада, ҳатто $-33,4^\circ\text{C}$ да ютилади. Суюқ аммиакни паст босимда буғлантириш йўли билан *сунъий совуқ* ҳосил қилинади. Буғ ҳолатга ўтган аммиак босим таъсирида яна суюқ ҳолатга ўтади. Босим камайтирилганда суюқ аммиак яна буғланади, бунда атрофдаги муҳитдан иссиқлик ютилади. Аммиакнинг совиткичларда ишлатилиши унинг ана шу хоссасига асосланган.

Аммиак одатдаги шаронтда барқарор модда. У металлларнинг тузлари билан реакцияга киришиб аммиакатлар ҳосил қилади. Аммиак сувда эрийди, натижада аммоний гидроксид ҳосил бўлади. Аммоний ионининг ҳосил бўлишини донор-акцептор боғланиш натижаси деб қараш мумкин; бунда аммиак молекуласидаги бир жуфт эркин электронга протон келиб қўшилади:

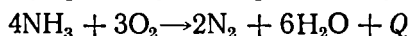


Аммиак кислоталар, масалан, хлорид кислота билан бирикиб, аммоний тузларини ҳосил қилади:

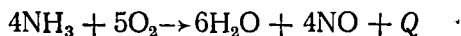


Бу реакцияда маълум миқдор иссиқлик ажралиб чиқади. Аммоний тузларида NH_4 радикали мусбат бир валентли металл вазифасини ўтайди.

Аммиак кислородда ёнганда эркин азот ва сув буғи ҳосил бўлади ва маълум миқдор иссиқлик ажралиб чиқади:

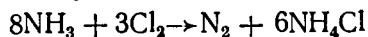


Аммиакнинг катализатор (платина) иштирокида 800°C температурада ҳаво кислороди воситасида NO га қадар оксидланиш реакцияси



техникада катта аҳамиятга эга, чунки бунда ҳосил бўлган NO ҳаво кислороди билан бирикиб NO_2 га айланади; NO_2 эса нитрат кислота ишлаб чиқаришда фойдаланилади.

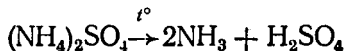
Аммиакнинг сувдаги эритмасидан хлор ўтказилганда аммиак оксидланади ва азот ажралиб чиқади:



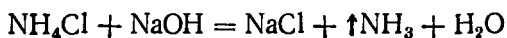
Газ ҳолатидаги аммиак газ ҳолатидаги водород хлорид билан ўзаро таъсир этиб, аммоний хлориднинг жуда майда қаттиқ заррачаларидан иборат қуюқ оқ тутун ҳосил қилади:



Аммоний тузларининг кўпчилиги, масалан, аммоний сульфат қиздирилганда аммиак билан сульфат кислотага парчаланади:



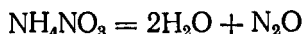
Аммонийнинг барча тузлари кучли электролитлар бўлиб, сувда яхши эрийди. Аммоний тузининг сувдаги эритмасига ишқор қўшиб қиздирилса, аммиак ажралиб чиқади:



Аммоний хлорид гальваник элементларда, бўёқчиликда ва металлларни кавшарлашда ишлатилади. NH_4Cl юқори температурада аммиак билан ўзаро таъсир этиб, учувчан бирикмалар ҳосил қилади, бу бирикмалар осон чиқиб кетади, натижада, ишлов берилаётган металлнинг сирти тозаланади.

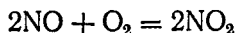
5-§. Азот оксидлари. Азотнинг 5 та оксиди маълум:

1. *Азот(I)-оксид* N_2O . Бу оксид тоза ва қуруқ аммоний нитрат NH_4NO_3 ни қиздириш йўли билан олинади:



У ҳидсиз ва рангсиз, юқори температураларда кучли оксидловчи газ бўлиб, одамнинг нерв системасига таъсир этади; шунинг учун у «кулдирувчи газ» деб аталган.

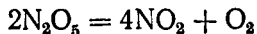
2. *Азот(II)-оксид* NO . Азот билан кислороднинг юқори температурада бирикишидан ҳосил бўлади. Бу оксид рангсиз бўлиб, ҳавода нормал температурадаёқ оксидланади:



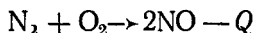
3. *Азот(IV)-оксид* NO_2 —ўзига хос ҳидли, қўнғир тусли, кучли оксидловчи газ. NO_2 совитилганда N_2O_4 га, (-10°C температурада суюқланадиган кристалл моддага) айланади.

4. *Нитрит ангидрид* N_2O_3 кўк тусли суюқлик бўлиб, -2°C даёқ NO билан NO_2 га ажралади.

5. *Нитрат ангидрид* N_2O_5 рангсиз кристалллардан иборат бўлиб, 30°C температурада суюқланади. N_2O_5 қиздирилганда NO_2 билан кислородга ажралади:

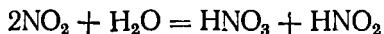


Азотнинг барча оксидларидан фақат NO азот билан кислороднинг бевосита бирикишидан ҳосил бўлади:

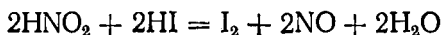


Бу реакция, кўриниб турибдики, қайтар реакциядир. Тўғри реакция эндотермик бўлганлигидан уни амалга ошириш учун қаттиқ қиздириш керак бўлади. Аммо ҳатто 1000°C температурада ҳам NO нинг унуми 1% дан ошмайди. Табиатда NO чақмоқ вақтида ҳосил бўлади, чунки у вақтда температура анча юқори бўлади.

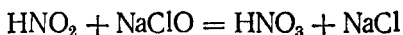
Нитрит ангидрид билан нитрат ангидридга тегишлича нитрит кислота HNO_2 ва нитрат кислота HNO_3 мувофиқ келади. Бу кислоталар аралашмаси NO_2 нинг сувда эриши натижасида ҳосил бўлади:



Нитрит кислота кучсиз ва ниҳоятда беқарор кислотадир. У сувдаги суюлтирилган эритмалардагина мавжуд бўла олади. HNO_2 да оксидлаш хоссалари бор, масалан, у водород йодидни оксидлаб, эркин йодга айлантиради ва ўзи NO гача қайтарилади:

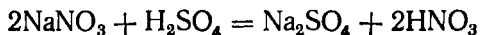


Нитрит кислота жуда актив оксидловчилар билан ўзаро таъсир этганда қайтарувчи хоссаларини намоён қилиб, оксидланади ва нитрат кислотага айланади:

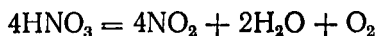


Нитрат кислота тузлари *нитратлар* деб аталади. Қарийб барча нитратлар сувда яхши эрийди.

Нитрат кислота лабораторияда натрий нитратга концентрланган сульфат кислота қўшиб қиздириш йўли билан олинади:

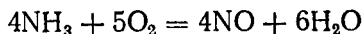


Нитрат кислота ёруғлик таъсирида ёки қиздирилганда NO_2 , сув ва қисман кислородга ажралади:

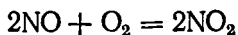


Ажралиб чиққан NO_2 нитрат кислотада эриб, уни қизғиш қўнгир тусга киритади. Бундай кислота *тутовчи нитрат кислота* деб аталади.

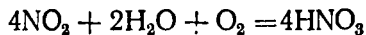
Саноатда нитрат кислота, асосан, аммиакни катализатор иштирокида ҳаво кислороди билан оксидлаш орқали олинади. Бунда даставвал аммиак оксидланиб, NO ҳосил қилади:



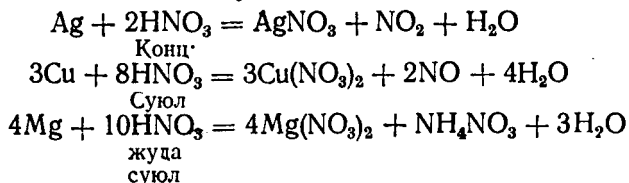
NO ҳаво кислородини осон бириктириб олиб, NO_2 га айланади:



NO_2 эса ҳаво кислороди иштирокида юқори босим остида сувда эриб, нитрат кислота ҳосил қилади:



Нитрат кислота зичлиги $1,53 \text{ г/см}^3$ га, қайнаш температураси эса 86°C га тенг бўлган рангсиз суюқликдир. У сув билан ҳар қандай нисбатда аралашади. Одатда зичлиги $1,4 \text{ г/см}^3$ ва таркибида $68\% \text{ HNO}_3$ бўлган концентрланган нитрат кислота ишлатилади. Нитрат кислота кучли кислоталар жумласига киради. У кучли оксидловчидир. Концентрланган нитрат кислота металллар билан ўзаро таъсир этганда қайтарилиб, NO_2 га айланади. Суюлтирилган нитрат кислота қайтарилиб NO га, жуда суюлтирилган нитрат кислота Zn ёки Mg каби актив металллар таъсирида қайтарилиб N_2 га ва ҳатто, NH_4^+ ионга айланади, масалан:

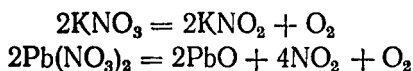


Олтин ва баъзи нодир металллардан бошқа барча металллар нитрат кислотада эриб, сувда жуда яхши эрийдиган тузлар ҳосил қилади. Металлмаслар нитрат кислотада оксидланиб, кислота ҳосил қилади, масалан:



Нитрат кислота тутунсиз порох, портловчи моддалар, минерал ўғитлар, органик бўёқлар, лаклар, киноплёнкалар ва сульфат кислота ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Нитратлар қиздирилганда парчаланиб, кислород ажратиб чиқаради:



Калий нитрат қора порох ишлаб чиқаришда, аммоний нитрат портловчи моддалар ишлаб чиқаришда фойдаланилади.

Азотли бирикмаларнинг ўсимликлар ҳаётидаги аҳамияти ғоят катта. Азотнинг ўсимликларни озиқлантириш мақсадида ишлатиладиган бирикмалари *азотли ўғитлар* деб аталади.

6-§. Азотли ўғитлар. Азот элементи ўсимлик ва ҳайвонот оламининг асоси бўлган оқсил ва ҳаёт учун зарур хлорофилл моддалари таркибига киради. Азотнинг тупроқдаги табиий бирикмалари ўсимликнинг азотга бўлган эҳтиёжини тўла таъминлай олмайди. Шу сабабли, тупроқни азотли ўғитлар билан мунтазам равишда ўғитлаб туриш керак. Азотли ўғитлардан натрий нитрат NaNO_3 , калий нитрат KNO_3 , кальций нитрат $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, аммоний нитрат NH_4NO_3 , аммоний сульфат $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ва мочевино $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ азотнинг ўсимликлар ўзлаштира оладиган ва сувда яхши эрийдиган бирикмаларидир. Булар қаттиқ ўғитлардир.

Азотли суюқ ўғитларда азот кўп бўлади. Масалан, суюқ аммиакда 82% азот бор, аммиакатларда (аммоний тузларининг —

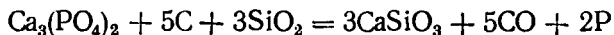
аммоний нитрат, кальций нитрат ва бошқаларнинг аммиакдаги эритмаларида 35—45% азот бўлади.

Ҳозирги вақтда ишлаб чиқарилаётган суяқ ўғитлар суяқ аммиак, аммиакли сув, аммиакатлар ва мураккаб суяқ ўғитлардир.

7- §. Фосфор. Фосфор 1669 йилда алхимик Бранд томонидан кашф этилган. Ер пўстлоғининг 0,12% ини фосфор ташкил этади. Табиатда фосфор фақат бир изотоп ҳолида маълум, аммо унинг бир неча радиоактив изотопи сунъий йўл билан олинган.

Фосфор кўпгина элементлар, айниқса, кислород билан жуда осон бирикади, шу сабабли фосфор табиатда бирикмалар ҳолида учрайди. Таркибида фосфор бўладиган энг муҳим минераллар фосфорит $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ва апатит $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$ ёки $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}$ дир. Уларнинг катта конлари СССР да (Кола ярим ороли), Шимолий Африкада (Тунис, Марокаш), АҚШда (Флорида штати) учрайди.

Фосфор ана шу минераллардан олинади. Бунинг учун апатит ёки фосфорит кўмир ва қум (SiO_2) билан аралаштирилиб, электр печида қиздирилади:



Фосфорнинг бир неча аллотропик шакл ўзгариши бор. Булар оқ, қора ва қизил фосфорлардир. Оқ фосфорнинг 20°C температурадаги зичлиги 1,82 г/см³, суяқланиш температураси 44,1° С, қайнаш температураси 287°C бўлган мумдай юмшоқ тиниқ модда. Сувда ва спиртда кам, бензол ва эфирда эса яхши эрийди. У тўрт атомли ва тетраэдр шаклли молекулалардан иборат. Унинг кристаллари ҳам шу молекулалардан тузилган, молекуляр панжарага эга.

Оқ фосфор ниҳоятда актив модда, температура 50°C дан ортиши билан ёниб кетади. Пичоқ билан кесилганда ҳам ўт олиб кетиши мумкин, шунинг учун у доимо қоронғи жойда сув таъида кесилади. Агар оқ фосфорни кукун ҳолида бўлса, ҳавода дарҳол ёниб кетади. Оқ фосфорни углерод сульфидда эритиб, эритмани фильтр қоғоз устига қўйсақ, углерод сульфид буғланиб, фосфор майда кукун ҳолида қолади ва ҳаво таъсирида оксидланиб ёна бошлайди.

Оқ фосфор шуълаланиб туради, буни қоронғи жойда кўриш мумкин. Шунинг учун у соат циферблатлари ва бошқаларда ишлатилади.

Оқ фосфор узоқ вақт ёруғликда сақланса, қизил фосфорга айланади. Аммо оқ фосфорни 250—300° да ҳавосиз жойда қиздириш йўли билан уни қизил фосфорга айлантириш мумкин.

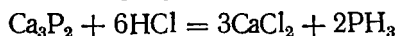
Қизил фосфор — гунафша тусда товланадиган, тўқ қизил кукун бўлиб, унинг 20°C даги зичлиги 2,2 г/см³ га тенг. Қизил фосфор заҳарли эмас, углерод сульфидда ва сувда эримайди. Қизил фосфорнинг химиявий активлиги оқ фосфорнинг химиявий активлигидан анча кам. Қизил фосфор юқори босим остида 590°C да суяқланади.

Оқ фосфор билан қизил фосфорнинг химиявий хоссалари бири-биридан анча фарқ қилади; оқ фосфор паст температурада ҳам реакцияга киришаверади. Масалан, хлор оқимида у ўз-ўзидан ёнади, 40°C да ҳаво кислороди таъсирида ёнади. Қизил фосфор 240°C дагина ҳаво кислородида ёнади.

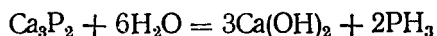
12 000 атм. босим ва 200°C температурада оқ фосфор бошқа шакл ўзгаришга, қора фосфорга айланади. Фосфорнинг бу шакл ўзгариши қора тусли, электр ўтказувчан кристалл модда бўлиб, унинг зичлиги 2,7 г/см³ га тенг; у 490° да ёниб кетади. Қора фосфор оқ фосфорга нисбатан кам актив бўлиб, химиявий хоссалари жиҳатидан қизил фосфорга ўхшайди, аммо қора фосфор нам ҳавода қизил фосфордан кўра тезроқ оксидланади.

Фосфор водород билан уч хил бирикма: газ ҳолатидаги водород фосфид (фосфин) PH₃, суюқ ҳолатдаги водород фосфид P₂H₄ ва қаттиқ ҳолатдаги водород фосфид P₁₂H₆ ҳосил қилади.

Кальций фосфид Ca₃P₂ га ёки магний фосфид Mg₃P₂ га хлорид кислота таъсир эттирилса, фосфин PH₃ ҳосил бўлади:



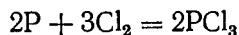
Ca₃P₂ га сув таъсир этдирилганда PH₃ ҳосил бўлади;



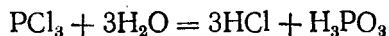
PH₃ дан сасиган балиқ ҳиди келади. У заҳарли бўлиб, сувда бир оз эрийди, ҳавода 150°C да ёнади; PH₃ ҳам NH₃ га ўхшаш кислоталар билан, масалан, HCl, HBr, HI билан бирикиб, PH₄Cl, PH₄Br, PH₄I каби *фосфоний* тузлари ҳосил қилади.

Фосфор галогенлар билан бирикиб PГ₃, PГ₅ типидagi бирикмалар ҳосил қилади. Бу бирикмаларнинг бирида фосфор уч валентли бўлса, иккинчисида беш валентлидир. Булардан PCl₃ ва PCl₅ гина амалий аҳамиятга эга.

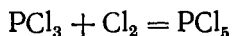
Фосфор қуруқ хлор билан шиддатли реакцияга киришиб, ёниши натижасида фосфор (III)-хлорид PCl₃ ҳосил бўлади:



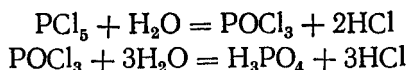
Фосфор (III)-хлорид 75°C да қайнайдиган рангсиз суюқлик, нам ҳавода тутайди, сув таъсирида гидролизланади:



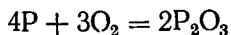
Агар хлорнинг миқдори мўл бўлса, PCl₃ га яна бир молекула хлор бирикиб, фосфор (V)-хлорид PCl₅ ҳосил бўлади.



Фосфор (V)-хлорид 160°C да парчаланадиган рангсиз кристалл модда. У ҳам сув таъсирида парчланиб, хлорид ва фосфат кислоталар ҳосил қилади:

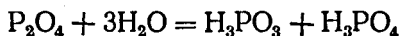


Шу сабабли PCl_3 ва PCl_5 фосфит ва фосфат кислоталарнинг хлор ангидридлари ҳам дейилади. Фосфор ҳаво кам жойда ёнганда ёки секин оксидланганда, асосан, фосфор (III)-оксид P_2O_3 ҳосил бўлади:

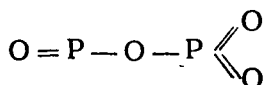


Фосфор (III)-оксид ниҳоятда заҳарли, қоронғида шуълаланадиган (секин-аста оксидланиб борадиган) модда. Оксидланганда ҳам, ёнганда ҳам фосфор (V)-оксид P_2O_5 га айланади. P_2O_3 сув билан бирикиб, фосфит кислота ҳосил қилади. Шунинг учун P_2O_3 фосфит ангидрид деб аталади.

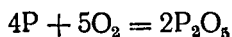
Фосфор (IV)-оксид P_2O_4 ялтироқ кристалл модда; унинг сув билан реакцияга киришувидан фосфит кислота H_3PO_3 ва фосфат кислота H_3PO_4 ҳосил бўлади:



Шунинг учун P_2O_4 аралаш ангидрид деб, унинг таркибидаги фосфор атомларининг бири уч валентли, иккинчиси эса беш валентли бўлади:

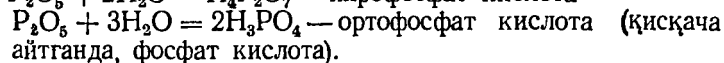
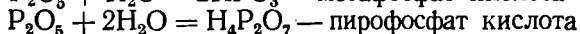
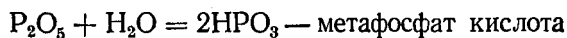


Фосфорнинг ҳаво етарли жойда ёнишидан фосфор (V)-оксид (фосфат ангидрид) P_2O_5 ҳосил бўлади:



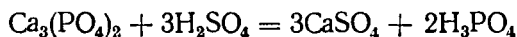
Фосфат ангидрид оқ тусли аморф кукун бўлиб сувни яхши шимади ва ёйилиб кетади. У бирикмалардаги сувни ҳам тортиб олади, шунинг учун у баъзи моддалардан сувни тортиб олувчи восита сифатида органик химияда кенг қўламда ишлатилади.

Фосфат ангидрид сув билан бирикиб, уч хил кислота ҳосил қилади:

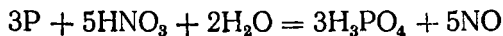


Фосфат кислота қиздирилганда пирфосфат кислотага, сўнгра метафосфат кислотага айланади. Метафосфат кислотага сув қўшилса, у пирфосфат кислотага, сўнгра фосфат кислотага айланади. Демак, бу кислоталар маълум шароитда бир-бирига айланиши мумкин экан.

Бу кислоталардан амалий аҳамиятга эга бўлгани фосфат кислотадир. Саноатда фосфат кислота кальций фосфатга сульфат кислота таъсир эттириш йўли билан олинади:



Лабораторияларда соф фосфат кислота фосфорни оксидлаш йўли билан олинади:

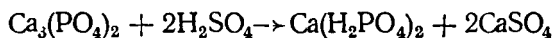


Фосфат кислота сувда яхши эрийдиган оқ кукун. Бу кислотанинг оксидлаш хоссаси унча кучли эмас. У нормал ва икки хил нордон тузлар ҳосил қилади: NaH_2PO_4 — натрий дигидрофосфат ёки бирламчи натрий фосфат, Na_2HPO_4 — натрий гидрофосфат ёки иккиламчи натрий фосфат ва Na_3PO_4 — натрий фосфат. Гидрофосфатларнинг ҳаммаси сувда яхши эрийди, қолган фосфатлардан фақат натрий, калий ва аммоний фосфатларгина сувда эрийди.

8-§. Фосфорли ўғитлар. Фосфорларнинг кўпи қишлоқ хўжалигида ўғит сифатида ишлатилади. Лекин ўсимликлар фосфорнинг ҳар қандай бирикмасини ўзлаштиравермайди. Ўсимликлар фосфорнинг сувда ёки суолтирилган органик кислоталарда эрий оладиган бирикмаларинигина осон ўзлаштиради. Энг кўп ишлатиладиган ўғитлар: фосфорит ёки апатит, суперфосфат ва бошқалардир.

Ф о с ф о р и т. Бу ўғит таркибида 35% гача фосфат ангидрид P_2O_5 бўлади. Уни кислотавиймас тупроқларда ўсимликлар яхши ўзлаштира олмайди, чунки ундаги фосфор сувда эримайдиган кальций фосфат $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ таркибида бўлади.

С у п е р ф о с ф а т. Фосфорит билан сульфат кислота ўзаро таъсир этганда фосфорнинг сувда эрувчан бирикмаси ҳосил бўлади:



Унинг таркибида 20% га қадар P_2O_5 бўлади. Суперфосфатдаги $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ сувда яхши эрийди, шунинг учун ўсимликлар уни яхши ўзлаштиради.

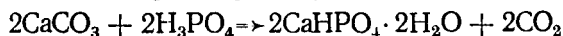
Кукунсимон оддий суперфосфат сақлаб қўйилганда нам тортиб муштлашиб қолади. Шу сабабли бу ўғит ёпишиб қолмайдиган донатор шаклда ишлаб чиқарилмоқда. Бундан ташқари, суперфосфатга аммиак ёки карбамид $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ қўшиб, унинг сифатини яхшилаш мумкин.

Қ ў ш с у п е р ф о с ф а т таркибида 40—50% P_2O_5 (фосфат ангидрид) бўлади. Қўш суперфосфат табиий фосфоритга концентрланган фосфат кислота таъсир эттириш йўли билан олинади:



Қўш суперфосфатга аммиак таъсир эттириб, аммонийланган суперфосфат олинади.

П р е ц и п и т а т. Сувда камроқ эрийдиган кальций гидрофосфатдан иборат оқ кукун. Бу ўғит кукун ҳолидаги оҳактошга фосфат кислота таъсир эттириш йўли билан олинади:



Преципитит таркибида 30—35% фосфат ангидрид бўлади. У ҳавода турганда нам тортмайди ва қовушиб қолмайди. Бу ўғит кучсиз

кислотавий тупроқларга солинса, уни ўсимликлар яхши ўзлаштиради.

Фосфорли ўғитларнинг юқорида кўриб ўтилган турларидан ташқари, таркибида фосфор ва азот бўладиган мураккаб ўғитлар ҳам тайёрланади. Аммофос $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, диаммофос $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, лейнафос $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ана шундай ўғитлардандир. Аммофос олиш учун фосфат кислотага аммиак таъсир эттирилади:



Таркибида азот, фосфор ва калий бўладиган аралаш ўғит ҳам мавжуд. Нитрофоска ана шундай ўғитдир.

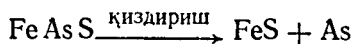
Нитрофоска тайёрлаш учун аммоний фосфат, аммоний нитрат, калий хлорид ва калий сульфат аралашмаси қиздирилади. Нитрофоска таркибида тахминан 15,7% N, 16% P_2O_5 ва 16% K_2O бўлади. Ҳозир Чирчиқ химия комбинатида турли мураккаб ўғитлар (СУМ-I, —II, —III, —IV лар) ишлаб чиқарилмоқда. Мураккаб ва суюқ ўғитлар тайёрлашда Қора-Тов фосфоритларини акад. М. Н. Набиев усулида нитрат кислота воситасида парчалаш катта аҳамиятга эга.

Ўсимликларнинг нормал ривожланиши учун одатдаги ўғитлар таркибига кирадиган азот, фосфор ва калий элементларидан ташқари, жуда оз миқдорда марганец, бор, мис, рух, молибден, кобальт ва бошқа элементлар ҳам керак. Таркибида бундай элементлар бўладиган ўғитлар *микроўғитлар* деб аталади. Улар экин ҳосилини ошириш билан бирга ўсимлик ҳамда ҳайвонларни турли касалликлардан сақлайди. Микроўғитлар организмда содир бўладиган биохимиявий процесслар учун катализатор вазифасини ўтовчи ферментларнинг активлигини оширади. Ўғит таркибидаги молибден, бор ва мис фотосинтез процессини кучайтиради, бунинг натижасида ўсимликлар яхши ривожланади.

Микроўғитлар сифатида металлургия саноати қиңиндиларидан, баъзан эса шу элементларнинг тузларидан фойдаланилади.

9-§. Мишьяк. Мишьяк табиатда минераллар таркибида учрайди. Бундай минераллар жумласига реалгар As_4S_4 , аурипигмент AsS_3 , мишьяк колчедани (мишьякли темиртош) FeAsS минераллари киради. Мишьяк бирикмалари жуда оз миқдорда ҳайвон ва ўсимлик организмларида ҳам бўлади.

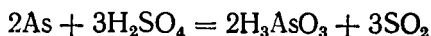
Соф мишьяк, кўпинча, мишьяк колчедани FeAsS ни ҳаво кирмайдиган жойда қиздириш йўли билан олинади. Қиздирилганда мишьяк колчедани темир (II) -сульфид билан мишьякка парчланади:



Табиатда мишьякнинг фақат битта изотопи маълум, аммо сунъий йўл билан бир неча изотопи олинган. Мишьякнинг бир неча хил аллотропик шакл ўзгаришлари маълум, улардан энг

кўп учрайдигани кристалл ҳолидаги мышьяк билан қора тусли аморф мышьякдир.

Мышьяк концентрланган нитрат кислота таъсирида оксидланиб арсенат кислотага, концентрланган сульфат кислота таъсирида оксидланиб арсенит кислотага айланади:

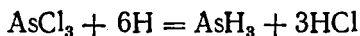


Мышьякнинг ҳамма аллотропик шакл ўзгаришлари иситилганда суюқланмасдан сублиматланади. Буғларининг зичлиги бўйича топилган молекуляр оғирлиги As_4 формулага тўғри келади. Мышьяк ҳавода секин оксидланади, қиздирилганда 400°C да ёниб, As_2O_3 ҳосил қилади. Юқори температурада кўпгина металл ва металлмаслар билан реакцияга киришади.

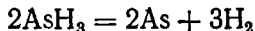
Бирикмаларида мышьяк манфий уч, мусбат уч ва мусбат беш валентли бўлади.

Арсенат кислота ва унинг тузлари кучли қайтарувчилардир. Арсенат кислота оксидланганда уч валентли мышьяк беш валентли мышьякка айланади.

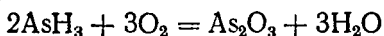
Мышьяк амфотер хоссага эга. Унинг барча бирикмалари заҳарли. Мышьяк бирикмаларидан энг аҳамиятлиси *арсин* AsH_3 дир. Мышьякнинг атомар водород билан таъсиридан арсин ҳосил бўлади:



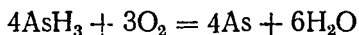
Арсин озроқ иситилгандаёқ мышьяк билан водородга парчланади:



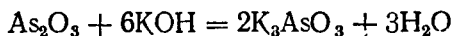
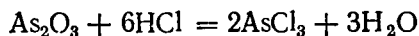
Арсин ёндирилганда кўкимтир аланга ҳосил бўлади, бунда арсин арсенит ангидридга айланади:



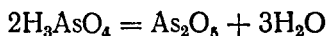
Арсин алангасига чинни тигель тутилса, аланганинг температураси пасайиб, натижада AsH_3 нинг чала ёнишидан тигель устида кул ранг тусли мышьяк ҳосил бўла бошлайди:



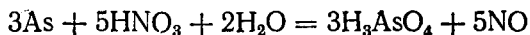
Мышьяк кислород билан икки хил бирикма ҳосил қилади. Булардан бири мышьяк (III)-оксид As_2O_3 ва иккинчиси мышьяк (V)-оксид As_2O_5 дир. As_2O_3 арсенит ангидрид деб, As_2O_5 эса арсенат ангидрид деб аталади, чунки улар тегишли арсенит ва арсенат кислоталар ҳосил қилади. Арсенит ангидрид *маргумуш* деб ҳам аталади. Мышьякнинг ёки мышьяк рудаларининг ёнишидан As_2O_3 ҳосил бўлади: As_2O_3 кучли заҳар бўлиб, сувда оз эрийди. Сувда эриганда арсенит кислота ҳосил бўлади. Арсенит кислота тузлари *арсенитлар* деб аталади. As_2O_3 амфотерлик хоссасига эга бўлгани учун кислоталар билан ҳам, ишқорлар билан ҳам реакцияга киришади:



Мишьякни кислород билан бевосита бириктириш орқали арсенат ангидрид олиб бўлмайди. Унинг гидрати арсенат кислотани эҳтиётлик билан иситиш орқали As_2O_5 ҳосил қилиш мумкин:

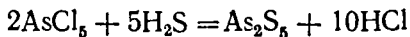
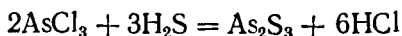


As_2O_5 оқ тусли шишасимон модда бўлиб, ҳавода намни шимиб, ёйилиб кетади; сув билан бирикиб, арсенат кислота H_3AsO_4 ҳосил қилади. Мишьякни қайноқ нитрат кислота билан оксидлаб, H_3AsO_4 олиш мумкин:



H_3AsO_4 сувда яхши эрийди. У уч негизли кислота бўлиб, унинг кислоталик кучи ўртача.

H_3AsO_3 нинг кучсиз, H_2AsO_4 нинг ўртача кучли кислота бўлиши мишьяк валентлигининг ортиши билан кислота хоссалари ортиб боришини кўрсатади. H_3AsO_4 нинг тузлари *арсенатлар* дейилади. Мишьякка олтингугурт қўшиб қиздириш йўли билан As_2S_3 , As_2S_5 лар ҳосил қилиниши мумкин. Таркибида уч ва беш валентли мишьяк ионлари бўлган тузлар эритмасидан H_2S ўтказиб, As_2S_3 ва As_2S_5 ҳосил қилиш қулайроқ:



Мишьяк сульфидлари сувда ва кислоталарда эримайди. Аммо ишқорий муҳитда туз эритмаларида, масалан, K_2S , Na_2S ва $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ эритмаларида эриб, *сульфотузлар* (*тиотузлар*) деб аталувчи моддалар ҳосил қилади.

Мишьяк бирикмалари медицинада дори сифатида, қишлоқ хўжалигида зараркунандаларга қарши курашда заҳарловчи модда сифатида ишлатилади. Мишьякнинг турли органик бирикмалари медицинада, натрий ҳамда кальций арсенит, арсенатлар қишлоқ хўжалигида чигиртка ва бошқа зараркунандаларга қарши курашда ишлатилади. Мишьяк сульфидлари кўн саноатида, гугурт, минерал бўёқлар ва шиша тайёрлашда ишлатилади ва ҳоказо.

10-§. Ванадий группачаси. Ванадий группасидаги элементлар атомида 5 та валент электрон бор. Бу электронлардан иккитаси (нисбий атомида биттаси) сиртқи қаватнинг *s* поғоначасида, қолганлари эса сиртқидан олдинги қаватнинг *d* поғоначасидадир. Ванадий группасидаги элементларнинг атомлари ана шундай тузилганлиги учун уларда сиртқи қаватнинг 8 электронгача тўлишига мойиллик бўлмайди.

Ванадий группасидаги элементлар гидридлар ҳосил қилмайди, аммо водородни адсорбциялайди.

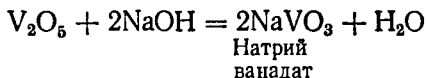
11-§. Ванадий. Ванадий табиатда жуда кўп, аммо тарқоқ ҳолда учрайди. У ванадат кислота тузлари—ванадатлар таркибида бўлади. Таркибида ванадий бўладиган минераллардан карнотит $K_2O(VO_3)_2 \cdot (VO_4)_2 \cdot 3H_2O$, патронит VS_4 , ферганит, ванадинит $Pb_3(VO_4)_2 \cdot PbCl_2$ ва бошқалар маълум. Ванадийнинг туямунит $Ca(VO_2)_2(VO_4)_2 \cdot H_2O$ минерали Урта Осиёда учрайди. Соф ванадий ана шу минераллардан ажратиб олинади.

Табиатда ванадийнинг 2 та изотопи учрайди. 7 та изотопи эса сунъий йўл билан олинган.

Ванадий кул ранг тусли металл, унинг зичлиги $5,87 \text{ г/см}^3$ га, суюқланиш температураси 1720°C га тенг. Одатдаги температурада ҳаво ва сув таъсирига чидамли. Нитрат ва фторид кислоталарда эрийди. Юқори температурада кислород ва азот билан бирикади. Унинг ҳамма бирикмалари заҳарли.

Ванадийнинг VO , V_2O_3 , VO_4 , V_2O_5 таркибли оксидлари бор.

Ванадийнинг энг муҳим бирикмалари 5 валентли ванадий бирикмаларидир. Ванадий (V)-оксид V_2O_5 амфотер хоссаларига эга, у, асосан кислотавий оксид, яъни ангидриддир. Бу ангидридга ортованадат, метаванадат, пированадат кислоталар мувофиқ келади. Ванадат ангидрид ишқорлар билан реакцияга киришиб, ванадатлар ҳосил қилади:



Натрий ва калий ванадатлар сувда яхши эрийди, бошқа ванадатлар эса сувда эримайди. Феррованадий — темир билан ванадий қотишмаси махсус пўлатлар олишда ишлатилади. Ванадий бирикмаларидан шиша саноатида, медицинада ва фотографияда фойдаланилади.

12-§. Ниобий. Ниобий кул ранг тусли металл, зичлиги $8,6 \text{ г/см}^3$ га, суюқланиш температураси эса 2415°C га тенг. Нормал шароитда нисбий сув ва ҳаво таъсирига чидамли, кислоталарда, ишқорлар эритмаларида эримайди; нитрат кислота билан фторид кислота аралашмасида эрийди; водородни адсорбциялайди.

Ниобий табиатда анча кам тарқалган. У колумбит минерали $Fe(NbO_3)_2$ таркибига киради.

Ниобийнинг табиатда битта изотопи мавжуд, унинг 17 та изотопи сунъий йўл билан олинган.

Ниобий галогенлар билан бирикиб, оддий ва комплекс галогенидлар ҳосил қилади. Бу элементнинг галогенидлари сувда гидролизланганда қисман учувчан оксигалогенидлар ҳосил бўлади.

Ниобий (V)-фторид мўл миқдордаги калий фторид билан реакцияга киришиб, $K_3[NbOF_6]$, $K_2[NbF_7]$, $K_2[NbOF_5] \cdot H_2O$ таркибли комплекс тузлар ҳосил қилади. Ниобит кислота тузлари ниобатлар деб аталади. Ниобатлар кучли кислоталар билан реакцияга киришганда $Nb_2O_5 \cdot xH_2O$ таркибли модда ҳосил бўлади.

Ниобий махсус пўлатлар тайёрлашда ишлатилади. Бундай пўлатлар пухта ва коррозиябардош бўлади. Ниобийдан электро-техникада ҳам кўп фойдаланилади.

13- §. Тантал. Тантал табиатда анча кам тарқалган металл бўлиб, унинг иккита изотопи мавжуд, сунъий йўл билан эса 17 та радиоактив изотопи олинган.

Тантал кул ранг тусли пластик металл, зичлиги $16,6 \text{ г/см}^3$ га, суюқланиш температураси эса 2850°C га тенг. Сув, ҳаво ва турли химиявий муҳит таъсирига чидамли. Куқун ҳолидаги тантал қиздирилганда ўт олади. У фақат нитрат кислота билан фторид кислота аралашмасидагина эрийди.

Табиатда тантал минераллари ниобий минераллари билан бирга учрайди ва улар танталониобатлар деб аталади. Бу минераллар таркибида темир, марганец, вольфрам, сурьма, уран ва бошқа радиоактив элементлар ҳам учрайди.

Тантал ўз бирикмаларида 2, 3, 4 ва 5 га тенг валентликни намоён қилади, аммо энг кўп учрайдигани 5 валентли тантал бирикмаларидир.

Тантал (V)- оксид Ta_2O_5 оқ порошок, сувда ва кислоталарда эрмайди, лекин HF да эрийди. Ta_2O_5 га ишқор ва ишқорий металл карбонатлари қўшиб қиздирилганда танталат кислота тузлари — танталатлар ҳосил бўлади; тантал билан углерод бирикмаси TaC жуда қаттиқ ва қийин суюқланувчан модда бўлиб, қаттиқ қотишмалар тайёрлашда ишлатилади.

Танталдан тиш даволашда ишлатиладиган асбоблар тайёрлашда, радиотехникада ва рентген аппаратлари тайёрлашда фойдаланилади.

XII б о б

ЭЛЕМЕНТЛАР ДАВРИЙ СИСТЕМАСИНING ОЛТИНЧИ ГРУППАСИ

1- §. Умумий маълумот. Даврий системанинг олтинчи группасига кислород O, олтингугурт S, хром Cr, селен Se, молибден Mo, теллур Te, вольфрам W, полоний Po элементлари киради. Бу группа ҳам, бундан олдинги группалар каби, асосий ва қўшимча группачага бўлинади. Асосий группача O, S, Se, Te, Po элементларини ўз ичига олади, булардан кислород ва олтингугурт типик элементлар бўлиб, Se, Te ва Po селен группачаси деб аталади. Қўшимча группача Cr, Mo, W элементларидан иборат бўлиб, *хром группачаси* дейилади.

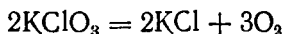
2- §. Асосий группача элементлари. Кислород, олтингугурт, селен ва теллур табиатда учрайди, аммо полоний фақат уран қатори элементларининг радиоактив емирилиш маҳсулоти бўлиб, ядро реакциялари ёрдамида сунъий равишда ҳосил қилиниши мумкин.

Асосий группача элементлари атомларининг сиртқи қаватида олтитадан электрон бор. Шунга биноан, бу элементларнинг оксидланиш даражаси +6, +4 ва —2 бўлиши мумкин. Кислороднинг оксидланиш даражаси фақат —2 га тенг. Бу элементларда электронга мойиллик кучли бўлганлиги учун улар металлмаслардир, уларнинг металлмаслик хоссалари бешинчи группадаги қўшни элементларникидан кучли (олтингугурт фосфорга қараганда кучли металлмас ва ҳоказо).

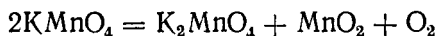
S, Se, Te элементларининг H_2S , H_2Se , H_2Te таркибли гидридлари қайтарувчи моддалар бўлиб, уларнинг бундай хоссалари H_2S дан H_2Te га томон кўчайиб боради. H_2S — H_2Se — H_2Te қаторида чапдан ўнгга томон кислота хоссалари кучайиб боради. Бу группадаги элементлар тартиб номерининг ортиб бориши билан улар атомларининг электронга мойиллиги кучсизланиб, металлмаслик хоссалари заифлашади.

3- §. Кислород. Кислород табиатда соф ҳолда ҳам, бирикмалар таркибида ҳам учрайди. Ҳавода ҳажм жиҳатидан 20,9%, оғирлик жиҳатидан 23,2% кислород бор. Ер қобиғида кислороднинг умумий миқдори (денгиз сувидаги ва ҳаводаги кислород ҳам ҳисобга олинганда) қарийб 50% га етади. Бинобарин, кислород ер қобиғида энг кўп тарқалган элементдир.

Техникада кислород суyoқ ҳавони фракциялаб ҳайдаш ёки сувни электролиз қилиш йўли билан, лабораторияларда эса калий хлорат $KClO_3$, калий перманганат $KMnO_4$ ва таркибида кислород кўп бўлган бошқа бирикмаларни қиздириш йўли билан олинади. Масалан, $KClO_3$ 500°C гача қиздирилганда кислород билан калий хлоридга ажралади:



Калий перманганат қиздирилганда:



10 : 1 нисбатда марганец (IV)- оксид аралаштирилган калий хлорат қиздирилганда 150°C даёқ кислород билан калий хлоридга парчаланади, чунки бу реакцияда марганец (IV)- оксид катализатор вазифасини ўтайди.

Лабораторияларда, кўпинча, пўлат баллонларга 150 атм босим остида жойланган кислороддан фойдаланилади.

Соф кислород рангсиз, ҳидсиз ва мазасиз газ, ҳаводан 1,1 марта оғир; 1 л кислород 0°C температурада ва 760 мм босимда 1,429 г келади. Кислороднинг нисбий электроманфийлиги 3,5 га тенг бўлиб, бу жиҳатдан фтордан кейин иккинчи ўринда туради. У деярли ҳамма элементлар билан бирикма ҳосил қилади ва бу

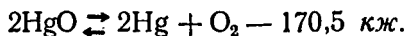
жиҳатдан фторга ўхшайди, аммо фтордан фарқли ўлароқ, кўпчилик бирикмаларида 2 га тенг манфий валентлик намоён қилади.

Кислород молекуласи икки атомдан иборат (O_2) бўлиб, ниҳоятда барқарор, унинг диссоциланиш энергияси 117, 67 ккал/мол га тенг. Кислород молекулалари $1500^{\circ}C$ дан бошлаб атомларга ажралади. $3000^{\circ}C$ да ажралиш даражаси 6% га етади. Кислород молекуласи қутбсиз молекуладир.

Соф кислороднинг музлаш (қотиш) температураси минус $218,9^{\circ}C$ га, қайнаш температураси минус $183^{\circ}C$ га тенг. У оддий температурада пассив модда, лекин қиздирилганда ва катализатор иштирокида деярли ҳамма элементлар билан бирика олади. Олтингургурт, фосфор, натрий ва, ҳатто, темир сим ҳам кислородда ҳаводагига қараганда анча равшан ёнади. Ҳаво кислороди таъсирида металллар оксидланади (занглайди), органик моддалар чирийди.

Даврий системанинг ҳар қайси даврида кислород атомлари билан элемент атомлари орасидаги боғланиш тури чапдан ўнгга томон ўзгариб боради. Даврнинг бошида бу боғланиш ион боғланишга яқин бўлса, ўрталарида ион-ковалент, охирларида эса ковалент бўлади.

Оксид ҳосил бўлиш иссиқлиги қанчалик катта бўлса, у, кўпинча шунчалик барқарор бўлади; масалан, ишқорий ва ишқорий-ер металллар оксидларининг ҳосил бўлиш иссиқлиги жуда катта бўлганлигидан улар барқарор, яъни жуда юқори температура-лардагина парчаланадиган моддалардир; лекин ҳосил бўлиш иссиқлиги кичик бўлган симоб (II)-оксид HgO бир оз қиздирилгандаёқ симоб билан кислородга ажрала бошлайди:



Кислороднинг аллотропик шакл ўзгариши уч атом кислороддан иборат бирикма (O_3) бўлиб, озон деб аталади. Озон оч ҳаво ранг тусли, ўзига хос ҳидли газ, сувда кислороддан кўра кўпроқ эрийди.

Озон табиатда чақмоқ чаққанда ва баъзи органик моддалар оксидланганда ҳосил бўлади. Таркибида озон бўлган ҳаво кўпгина касалликлар, айниқса, ўпка касаллиги билан оғриган кишиларга шифо бахш этади.

Лабораторияларда озон учқунсиз электр разряди ёрдамида олинади. Озон олинадиган асбоб *озонатор* деб аталади.

Озон секин-аста ажралиб, кислород молекуласи билан атомини чиқаради:



Шу сабабли у жуда кучли оксидловчидир. Озонда олтин, платина, иридийдан бошқа ҳамма металллар оксидланади. Озон таъ-

сирида баъзи органик моддалар (масалан, спирт) ўз-ўзидан ўт олиб кетади.

Озон микроорганизмларни ўлдиради, шунинг учун у дезинфекцияловчи модда сифатида ҳам ишлатилади.

Кислороднинг изотоплари. Кислороднинг учта изотопи: ^{16}O , ^{17}O ва ^{18}O бор. Оддий кислород ана шу изотоплар аралашмасидан иборат.

Атмосфера кислороди тирик организмлар, жумладан, инсон ҳаёти учун ниҳоятда катта аҳамиятга эга, чунки қондаги органик моддаларнинг оксидланиши натижасида ҳаётий процесслар учун энг зарур иссиқлик ажралиб чиқади. Катта ёшдаги киши бир кунда тахминан 750 г, яъни 580 л кислород билан нафас олади.

Техникада соф кислород металлларни газ ёрдамида пайвандлашда, чўянни пўлатга айлантиришда ва бошқа кўпгина соҳаларда ишлатилади.

4-§. Ҳаво. Ҳаво газлар аралашмасидир, унинг таркибий қисмлари, яъни компонентлари, одатда, уч гурппага бўлинади: булар доимий компонентлар группаси, ўзгарувчан компонентлар группаси ва тасодифий компонентлар группасидир.

Доимий компонентлар группасига азот, кислород ва инерт газлар киради. Ҳавода уларнинг нисбий миқдори амалий жиҳатдан олганда ер шарининг исталган жойида ўзгармас бўлади. Инерт газлардан ҳавода энг кўп бўладигани аргондир, ҳавода ҳажм жиҳатидан 0,93% аргон бўлади.

Ўзгарувчан компонентлар группасига сув буғи киради, у температурага ва жойнинг географик ўрнига қараб ўзгариб туради. Температура кўтарилиши билан ҳаводаги сув буғи миқдори ортади.

Тасодифий компонентларга чанг, аммиак, сульфит ангидрид, водород сульфид ва азот оксидлари киради. Ҳаводаги тасодифий компонентлар миқдори маҳаллий шароитга боғлиқ.

0°C температура ва 760 мм сим. уст. босимида ўзгарувчан ва тасодифий компонентлардан тозаланган 1 л ҳавонинг массаси 1, 293 г келади. Бинобарин, ҳавонинг ўртача молекуляр массаси $22,4 \cdot 1,293 = 29$ бўлади.

Суюқ ҳаво минус 192°C температурада қайнайди; аввал, асосан, азот (қайнаш температураси минус 196°C га тенг), шундан кейин аргон (қайнаш температураси минус 186°C га тенг) учиб чиқади. Натижада анча тоза суюқ кислород қолади (унинг қайнаш температураси минус 183°C га тенг). Суюқ ҳаводан техникада азот, кислород ва аргон ажратиб олишда фойдаланиш ана шунга асосланган.

Кислород суюқ ҳолатга азотдан кўра осонроқ айланади, шунга кўра суюқ ҳаводаги кислород миқдори атмосферадагига қараганда тахминан 2,5 баравар ортиқ бўлади. Шу сабабли ҳар хил моддаларнинг суюқ ҳавода ёниши оддий атмосфера ҳавосида

ёнишига қараганда анча шиддатли боради. Кўпгина моддалар суюқ ҳаво ёрдамида совитилганда, уларнинг хоссаси ўзгаради. Масалан, суюқ ҳавога ботирилган резина жуда мўрт бўлиб қолади ва урилганда майда бўлакларга парчаланади.

5- §. Олтингургурт. Олтингургурт табиатда кўп тарқалган бўлиб, ер пўстлоғи массасининг 0,05% ини ташкил этади ва соф ҳолда ҳам, бирикмалар ҳолида ҳам учрайди. Унинг энг муҳим табиий бирикмалари. металлларнинг сульфидлари—темир колчедани, бошқача айтганда, пирит FeS_2 , алдама рух ZnS , қўрғошин ялтироғи PbS , киноварь HgS ва бошқалар; сульфат кислота тузлари—гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, глаубер тузи $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, тахир туз $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ва бошқалар.

Олтингургурт ҳайвон ва ўсимликлар организмида ҳам бўлади, чунки у оксил молекулалари таркибига киради. Нефтда ҳам олтингургурт бўлади.

Олтингургурт сариқ тусли қаттиқ кристалл модда. Сувда деярли эримайди, лекин углерод сульфидда, анилинда ва баъзи бошқа эритувчиларда яхши эрийди. Иссиқлик ва электрни ёмон ўтказади.

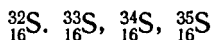
Олтингургуртнинг бир неча хил аллотропик шакл ўзгариши: пластик, ромбик ва моноклиник олтингургурт бор. Оддий температурада энг барқарор аллотропик шакл ўзгариши ромбик олтингургуртдир, у α —олтингургурт деб аталади. Табиий олтингургурт ана шу α —олтингургуртдан иборат. Ромбик олтингургурт кристаллари октаэдр шаклида бўлади; унинг зичлиги $2,07 \text{ г/см}^3$ га, суюқланиш температураси 113°C га тенг.

Суюқлантирилган олтингургурт аста-секин совитилса, тўқ сариқ тусли игнасимон кристаллардан иборат моноклиник олтингургуртга айланади; олтингургуртнинг бу шакл ўзгариши β —олтингургурт деб аталади. Унинг зичлиги $1,96 \text{ г/см}^3$ га, суюқланиш температураси 119°C га тенг. Моноклиник олтингургурт фақат 96°C дан юқори температурада барқарор бўлади, ундан паст температурада эса ромбик олтингургуртга айланади.

Агар қаттиқ қиздирилган суюқ олтингургурт ингичка оқим билан совуқ сувга қуйилса, унинг аморф шакл ўзгариши — пластик олтингургурт ҳосил бўлади. Пластик олтингургурт резинага ўхшаш жигар ранг тусли масса бўлиб, уни исталган шаклга келтириш, шунингдек, ип қилиб тортиш мумкин. Пластик олтингургурт фақат углерод сульфидда қисман эрийди. Ҳавода тез қотиб, ромбик олтингургуртга айланади.

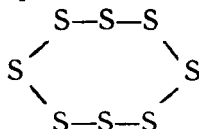
Олтингургуртнинг қайнаш температураси 445°C га тенг, унинг буғи тўқ қўнғир тусда бўлади. Олтингургурт буғи тез совитилса, олтингургуртнинг жуда майда кристалларидан иборат майин кукун ҳосил бўлади, бу кукун *олтингургурт гули* дейилади.

Табиий олтингургурт тўрт хил барқарор изотоплар аралашмасидан иборат:



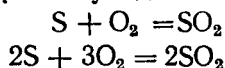
Олтингургурт атоми иккита электрон бириктириб олиши ва манфий икки валентлик намоён қилиши мумкин. Олтингургурт металллар ҳамда водород билан бирикканда ана шундай валентлик намоён қилади. Бошқа активроқ металлмас атомига электронлар берганда ёки электронлар ўша атомга тортилганда олтингургурт +4, +6 га тенг валентлик намоён қилиш мумкин: SO_2 , SO_3 .

Оддий шароитда олтингургурт молекуласи ҳалқа ҳосил қилиб бириккан 8 атомдан иборат:

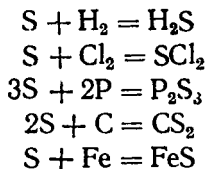


Бундаги химиявий боғланиш ковалент бўлиб, жуда мустаҳкам; қиздирилганда ҳалқа узилади. Олтингургурт буғида S_8 , S_6 , S_4 ва S_2 молекулалар бир-бири билан мувозанатда туради. Олтингургуртнинг физикавий хоссалари хилма-хил бўлишига сабаб молекуласининг ана шундай тузилганлигидир. Масалан, пластик олтингургурт ҳосил бўлишига сабаб шуки, ҳалқа молекулаларининг бир қисми узилади ва пайдо бўлган занжирчалар бир-бири билан узун занжир ҳосил қилиб бирикади.

Олтингургурт кўпгина элементлар билан осон бирикади. У ҳавода ёки кислородда ёндирилганда олтингургурт (IV)-оксид SO_2 ва қисман олтингургурт (VI)-оксид SO_3 , яъни олтингургуртнинг энг муҳим оксидлари ҳосил бўлади:



Олтингургурт кўпгина металл ва металлмаслар билан бевосита бирикади:

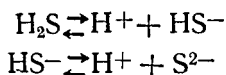


Олтингургурт металллар ва баъзи металлмаслар билан реакцияга киришганда оксидловчи вазифасини, анча актив металлмаслар, масалан, кислород ва хлор билан реакцияга киришганда эса қайтарувчи вазифасини ўтайди.

Олтингургурт халқ ҳўжалигида кенг қўламда ишлатилади. Унинг энг кўп миқдори сульфат кислота ишлаб чиқариш учун кетади. Каучукни вулканизациялашда ҳам олтингургуртдан фойдаланилади. Олтингургурт гули ток ва ғўзаларда учрайдиган касалликларга қарши курашда ишлатилади. Олтингургуртдан порох, гургурт, ёритувчи моддалар тайёрланади.

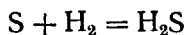
Олтингургурт водород билан бирикиб, H_2S таркибли бирикма — водород сульфид ҳосил қилади.

Водород сульфид палағда тухум ҳидли рангсиз газ. У сувда яхши эрийди. Сувдаги эритмаси — водород сульфидли сув сульфид кислота дейилади. Бу кучсиз кислота бўлиб, қуйидагича диссоциланади:



Водород сульфид табиатда вулқон газларида ва баъзи минерал сувлар таркибида бўлади. У турли ўсимлик ва ҳайвонлар қолдиғидаги олтингугуртли органик моддаларнинг чириши натижасида ҳосил бўлади.

Водород сульфид олтингугурт билан водородни қиздириб туриб бевосита бириктириш йўли билан олиниши мумкин:

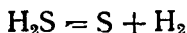


Аммо у, одатда, темир сульфидга суюлтирилган хлорид ёки сульфат кислота таъсир эттириш йўли билан олинади:

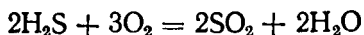


Бу реакция, кўпинча, Кипп аппаратида ўтказилади.

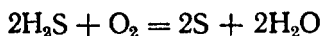
Водород сульфид заҳарли газ, шунинг учун у билан қилинадиган ишларни мўрили шкафта ёки оғзи зич беркиладиган асбобларда ўтказиш керак. Ишлаб чиқариш хоналарида 1 л ҳавода 0,01 мг дан ортиқ H_2S бўлишига йўл қўйилмайди. Водород сульфид қаттиқ қиздирилганда олтингугурт билан водородга ажралади:



Водород сульфид газни ҳавода ёниб, олтингугурт (IV)-оксид билан сув ҳосил қилади:

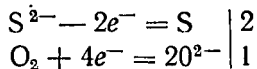


Водород сульфид кислород етишмайдиган жойда ёндирилганда, олтингугурт билан сув ҳосил бўлади:

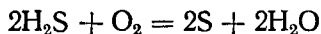


Олтингугурт саноатда водород сульфиддан ана шу реакция ёрдамида олинади.

Органик моддаларнинг чиришидан ҳосил бўладиган водород сульфид нима учун табиатда жуда кўп миқдорда тўпланиб қолмайди, деган савол туғилади. Водород сульфиднинг табиатда кўп тўпланмаслигига сабаб шуки, у жуда кучли қайтарувчидир. H_2S эритмасида S^{2-} ионлар бўлиб, улар электронларини осон бериб, нейтрал атомга айланади. Ҳаво кислороди эса электронлар бириктириб олиб, ионга айланади:

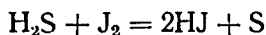


Бунда H_2S ҳаво кислороди таъсирида оксидланади, чўкмага тушган S эса водород сульфидли сувни лойқалатади. Реакциянинг умумий тенгламаси қуйидагича ёзилади:



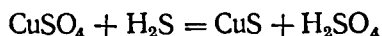
Демак, ҳаво кислороди табиатда ҳосил бўлган H_2S ни оксидлаб, эркин олтингугуртга айлантириб туради.

H_2S галогенлар эритмаси билан шиддатли равишда реакцияга киришади. Масалан:



Бунда олтингугурт ажралиб чиқади ва йод эритмаси рангсизланади.

Сульфид кислота қатор тузлар — ўрта тузлар (сульфидлар) ва нордон тузлар (гидросульфидлар), бошқача айтганда, би-сульфидлар ҳосил қилади. Масалан, Na_2S натрий сульфид, NaHS натрий гидросульфид. Гидросульфидларнинг деярли ҳаммаси сувда яхши эрийди. Ишқорий ва ишқорий-ер металлларнинг сульфидлари ҳам сувда эрийди. Қолган металлларнинг сульфидлари сувда деярли эримайди ёки кам эрийди, баъзилари эса суюлтирилган кислоталарда ҳам эримайди. Шунинг учун бундай сульфидлар тегишли металл тузининг эритмасига водород сульфид юбориш йўли билан олинади, масалан:



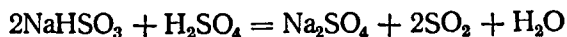
Баъзи сульфидлар ўзига хос рангли, масалан, CuS ва PbS — қора, CdS — сариқ, ZnS — оқ тусли бўлади ва ҳоказо.

Катионларнинг сифат анализи сульфидларнинг эрувчанлиги ҳар хиллигига ва улардан кўпчилигининг ранги турлича бўлишига асосланган. Шу мақсадда водород сульфиддан сифат анализида ҳам фойдаланилади.

Олтингугурт кислород билан бирикиб, SO_2 таркибли бирикма — олтингугурт (IV)-оксид ва олтингугурт (VI)-оксид ҳосил қилади. Ана шу оксидларни қисқача кўриб чиқамиз, чунки улар олтингугуртнинг муҳим оксидларидир.

Олтингугурт (IV)-оксид. Бу оксид ўткир ҳидли бўғувчи газ. Минус 10°C гача совитилганда рангсиз суюқликка айланади. У суюқ ҳолда пўлат баллонларда сақланади.

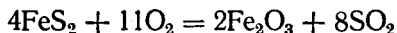
Лабораторияда олтингугурт (IV)-оксид қуйидаги усуллар билан олинади: натрий бисульфитни сульфат кислота билан ўза-ро таъсир эттириш:



мисга концентрланган сульфат кислота қўшиб қиздириш:

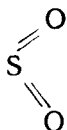


Олтингургурт ёндирилганда ҳам олтингургурт (IV)- оксид ҳосил бўлади. Саноатда SO_2 махсус печларда пирит FeS_2 ни куйдириш йўли билан олинади:



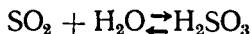
Рангдор металлларнинг сульфидли рудалари (алдама рух ZnS , қўрғошин ялтироғи PbS ва бошқалар) куйдирилганда ҳам олтингургурт (IV)- оксид ҳосил бўлади. Шу шароитларда ҳосил қилинган SO_2 , асосан, сульфат кислота ишлаб чиқариш учун кетади.

Олтингургурт (IV)- оксиднинг структура формуласи қуйидагича:



SO_2 сувда яхши эриб, сульфит кислота ҳосил қилади. Шу сабабли *сульфит ангидрид* деб ҳам аталади.

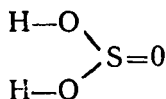
Сульфит кислота. Сульфит ангидриднинг сувда эришидан (1 ҳажм сувда 20°C да 40 ҳажм SO_2 эрийди) кучсиз, фақат сувдаги эритмасидагина мавжуд бўла оладиган сульфит кислота ҳосил бўлади:



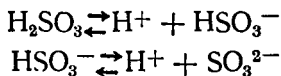
Сульфит ангидриднинг сув билан бирикиш реакцияси қайтар реакциядир. Сувдаги эритмада SO_2 билан H_2SO_3 химиявий мувозанатда бўлади, бу мувозанатни чапга ёки ўнгга силжитиш мумкин.

H_2SO_3 ишқор таъсирида боғланганда (кислота нейтралланганда) реакция чапдан ўнгга, SO_2 йўқотилганда (эритмадан азот ўтказилганда ёки эритма қиздирилганда) эса реакция ўнгдан чапга боради. Сульфит кислота эритмасида ҳамма вақт SO_2 бўлади, шу сабабли бу кислотадан ўткир ҳид келиб туради.

Сульфит кислотанинг структура формуласи қуйидагича:



Эритмада сульфит кислотанинг диссоциланиши икки босқичда боради:



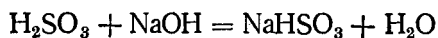
Сульфит кислота икки қатор тузлар — ўрта тузлар (сульфитлар) ва нордон тузлар (гидросульфитлар) ҳосил қилади. Бун-

дай тузлар сульфит кислоталарга мўл ишқор таъсир эттириш йўли билан олиниши мумкин:

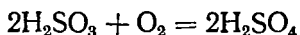


Бу реакция нейтралланиш реакциясидир.

Кислоталар тўла нейтралланиши учун керакли миқдоридан камроқ ишқор таъсир этирилганда гидросульфатлар ҳосил бўлади:



Сульфит кислота ва унинг тузлари кучли қайтарувчилардир. Бунда тўрт валентли олтингугурт олти валентли бўлиб қолади. Масалан, сульфит кислота ҳатто ҳаво кислороди таъсирида ҳам осон оксидланиб, сульфат кислотага айланади:



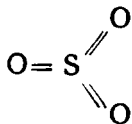
Шунинг учун сульфит кислотанинг узоқ вақт сақланган эритмаларида ҳамма вақт сульфат кислота ҳам бўлади.

Сульфит кислота кўпчилик бўёқларни рангсизлантиради ва рангсиз бирикмалар ҳосил қилади. Бу бирикмалар қиздирилганда ёки ёруғлик таъсирида парчаланиб, яна ранг пайдо қилади. Олтингугурт (IV)- оксид, одатда, жун, ипак ва похолни оқартиришда ишлатилади.

Олтингугурт (IV)- оксид катализатор иштирокида қиздирилса, ҳаво кислородини бириктириб олиб, олтингугурт (VI)- оксидга айланади:



Олтингугурт (VI)- оксид. Олтингугурт (VI)- оксид рангсиз суюқлик, 17°C дан паст температурада қотиб, кристалл массага айланади. Олтингугурт (VI)- оксид сувда эриб, сульфат кислота ҳосил қилади, шунинг учун у сульфат ангидрид деб ҳам аталади. Унинг структура формуласи қуйидагича:



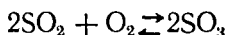
Сульфат ангидрид намни ўзига тортади, шунинг учун у оғзи кавшарланган колбаларда сақланади.

Сульфат кислота. Сульфат кислота олишнинг энг муҳим усули контакт усулидир. Бундай усулда ҳар хил концентрацияли H_2SO_4 , шунингдек, олеум, яъни SO_3 нинг H_2SO_4 даги эритмасини ҳам олиш мумкин. Контакт усулида сульфат кислота уч босқичда ишлаб чиқарилади: аввал сульфид ангидрид олинади; сульфит ангидрид оксидлантирилиб, сульфат ангидридга айлантирилади; сульфат ангидриддан сульфат кислота ишлаб чиқарилади.

1. Сульфит ангидрид олтингургурт колчедани FeS ни куйдириш йўли билан олинад. Куйдириш процессини тезлатиш мақсадида олтингургурт колчедани аввал майдаланади (янчилади), сўнгра олтингургурт анча тўла ёниши учун реакцияга керакли миқдоридан кўра кўпроқ ҳаво (кислород) юборилади. Куйдириш печидан чиқаётган газ сульфит ангидрид, кислород, азот, мишьяк бирикмалари ва сув буғидан иборат бўлиб *куйдириш* *гази* деб аталади.

Куйдириш *гази* яхшилаб тозаланиши керак, чунки ундаги ҳатто жуда оз миқдор мишьяк бирикмалари ҳам, шунингдек, чанг ва нам катализаторни заҳарлайди, натижада SO_2 нинг оксидланиб SO_3 га айланиш процесси тўхтайд. *Газни* мишьяк бирикмаларидан ва чангдан тозалаш мақсадида у махсус электр филтрлардан ҳамда ювиш минорасидан ўтказилади, нам эса қуритиш минорасида концентрланган сульфат кислотага ютилиб қолади. Тозаланган ва таркибида кислород бўлган газ иссиқ алмаштиргичда 450°C гача қиздирилади, сўнгра контакт аппаратага ўтказилади. Контакт аппаратининг ичида панжарасимон токчалар бўлиб, уларга катализатор тўлдирилган бўлади. Илгарилари катализатор сифатида янчилган платина метали ишлатилар эди, ҳозирги вақтда ванадий бирикмалари [ванадий (V) - оксид V_2O_5 ёки ванадил сульфат VOSO_4] ишлатилади, чунки булар платинага нисбатан арзон ва секин заҳарланади.

2. Сульфит ангидриднинг оксидланиб, сульфат ангидридга айланиш реакцияси қайтар реакциядир:



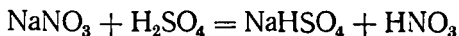
Куйдириш *гази*да кислороднинг миқдори ортиши бу газдан сульфат ангидрид чиқишини оширади. 450°C да, одатда, 95% ва ундан ҳам кўп сульфат ангидрид ҳосил бўлади.

3. Сульфат ангидрид концентрланган сульфат кислотага ютирилганда олеум ҳосил бўлади. Олеумга сув қўшиб суюлтириб, керакли концентрацияли сульфат кислота ҳосил қилиш мумкин.

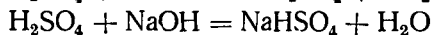
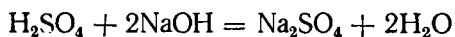
Сульфат кислота — рангсиз, мойсимон оғир суюқлик. Ниҳоятда гигроскопик. Намни ютиб жуда кўп миқдор иссиқлик чиқаради. Шунинг учун кислотани суюлтиришда сувни кислотага эмас, балки кислотани оз-оздан сувга қуйиш керак, акс ҳолда кислота сачрайди.

Концентрланган сульфат кислота органик моддалар — шакар, қоғоз, ёғоч, тола ва бошқалардан сув элементларини тортди олиб, уларни кўмирга айлантиради. Бунда сульфат кислотанинг гидратлари ҳосил бўлади. Сотиладиган кислотага чанг ва органик моддалар тушиб кўмирга айланиб қолади, шунинг учун бундай кислота қўнғир тусли бўлади.

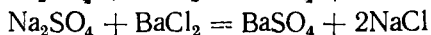
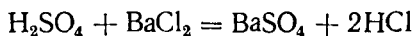
Сульфат кислота учмайдиган ва кучли бўлганлиги сабабли куруқ тузлардан бошқа кислоталарни сиқиб чиқаради. Масалан:



Сульфат кислота икки қатор тузлар: ўрта тузлар (сульфатлар) ва нордон тузлар (гидросульфатлар) ҳосил қилади. Кислота ишқор таъсирида тўла нейтралланганда (бир молекула H_2SO_4 га икки молекула ишқор тўғри келганда) ўрта туз, ишқор етишмаганда (бир молекула H_2SO_4 га бир молекула ишқор тўғри келганда) гидросульфатлар ҳосил бўлади. Масалан:



Сульфат кислота тузларининг кўпчилиги сувда эрийди. CaSO_4 ва PbSO_4 тузлар сувда оз эрийди. BaSO_4 эса сувда ҳам, кислота-ларда ҳам деярли эрмайди. Барий сульфатнинг бу хоссаси, барийнинг эрувчан ҳар қандай тузи, масалан BaCl_2 дан сульфат кислота ва унинг тузларига реактив сифатида фойдаланишга имкон беради:



Сульфат кислотанинг кўп тузлари амалда катта аҳамиятга эга. Булардан энг муҳимлари билан танишамиз.

Натрий сульфат Na_2SO_4 . Бу туз сувдаги эритмаларидан марибит — $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ таркибли кристаллгидрат (глаубер тузи) тарзида кристалланади. Глаубер тузи Каспий денгизининг Қорабўғоз-Гўл кўрфазида жуда кўп. У медицинада сурги дори сифатида ишлатилади. Сувсиз натрий сульфатдан сода ва шиша ишлаб чиқаришда фойдаланилади.

Калий сульфат K_2SO_4 . Калийли ўғит сифатида ишлатилади.

Аммоний сульфат $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Азотли ўғит сифатида ишлатилади.

Кальций сульфат CaSO_4 . Бу туз табиатда $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ таркибли кристаллгидрат (гипс) тарзида учрайди. Гипс 150°C гача қиздирилганда сувининг бир қисмини йўқотиб, куйдирилган гипс, бошқача айтганда, алебастр деб аталадиган $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ таркибли кристаллгидратга айланади. Алебастр сувга қорилиб бўтқа ҳосил қилинса, маълум вақт ўтгач, яна қотади ва $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ га айланади.

Магний сульфат MgSO_4 . Бу туз денгиз сувида бўлади, шунинг учун денгиз суви тахир бўлади.

Металлар сульфатларининг кристаллгидратлари, кўпинча, шу металлларнинг купороси деб аталади. Масалан, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — мис купороси; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — темир купороси; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — рух купороси ва бошқалар.

Мис купороси кўк тусли заҳарли модда бўлиб, унинг суюлтирилган эритмаси ўсимликларга пуркалади ва уруғларни экишдан олдин дорилашда ишлатилади.

Темир купороси оч яшил тусли модда бўлиб, ўсимликларнинг зараркунандаларига қарши курашда, сиёҳ ҳамда минерал бўёқлар тайёрлашда ва бошқа соҳаларда ишлатилади.

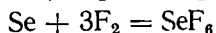
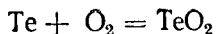
Рух купоросидан минерал бўёқлар ишлаб чиқаришда, матоларга гул босишда, медицинада ва бошқа соҳаларда фойдаланилади.

Сульфат кислота турли соҳаларда ишлатилади, бу жиҳатдан олганда, у кислоталар ичида биринчи ўринни эгаллайди. Унинг энг кўп миқдори фосфорли ва азотли ўғитлар олишга сарфланади. Сульфат кислотадан хлорид, фторид, фосфат, сирка ва бошқа кислоталар олишда ҳам фойдаланилади, чунки у учмайдиган кислотади. Нефть маҳсулотлари — бензин, керосин ва сурков мойларини зарарли қўшимчалардан тозалашда ҳам кўп миқдор сульфат кислота ишлатилади. Сульфат кислотадан портловчи моддалар, сунъий тола, бўёқлар, пластмассалар ва кўпгина бошқа буюмлар ишлаб чиқаришда фойдаланилади.

6- §. Селен. Теллур. Селен билан теллур олтингургуртнинг аналоглари бўлиб, химиявий хоссалари жиҳатидан бир-бирига ўхшайди. Табиатда селеннинг масса сонлари 74, 76, 77, 78, 80 ва 82 бўлган, теллурнинг эса масса сонлари 120, 122, 123, 124, 125, 126, 128 ва 130 бўлган изотоплари учрайди.

Селен ва теллурнинг бир неча аллотропик шакл ўзгариши бор. Аморф селен қизил тусли, аморф теллур эса қўнғир тусли кукундир. Уларнинг кристалл шакл ўзгаришлари аморф шакл ўзгаришларига қараганда барқарорроқ бўлади. Табиатда бу элементларнинг турли бирикмалари олтингургурт бирикмалари билан, қўргошин, симоб, мис ва кумуш металлари билан сирга учрайди. Улар сульфат кислота саноатида қўшимча маҳсулот сифатида ҳосил бўлади; мисни электролиз қилиш йўли билан тозалашда электролитда чўкиб қолган шламдан (балчикдан) ҳам ажратиб олинади.

Селен билан теллур ҳавода коррозияланмайди, сувда ва суюлтирилган кислоталарда эримайди, концентрланган нитрат кислотада, зар сувида ва концентрланган ишқорлар эритмасида эрийди. Селен билан теллур оксидловчи ва қайтарувчилардир. Улар кучли қайтарувчилар таъсирида оксидловчи, кучли оксидловчилар таъсирида қайтарувчи вазифасини ўтайди. Селен билан теллур қайтарувчи бўлган реакцияларда мусбат 4 ёки мусбат 6 валентликкача оксидланади:



Селен ва теллур қиздирилганда кўпчилик металллар билан бевосита бирикиб, сульфидларнинг аналоглари бўлган селенидлар ва теллуридлар ҳосил қилади. Селен ва теллур ишқорлар билан ҳам реакцияга киришади. Масалан:



Бу тузларга суюлтирилган кислота таъсир эттирилса, тегишлича водород селенид H_2Se ҳамда водород теллурид H_2Te ҳосил бўлади. Улар сувда эриб, H_2S дан кучлироқ кислоталар ҳосил қилади.

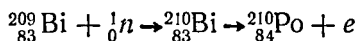
Бу элементлар ҳавода ёниб, селен (IV)-оксид (селенит ангидрид) SeO_2 ва селен (VI)-оксид (селенат ангидрид) SeO_3 , теллур (IV)-оксид (теллуригидрид) TeO_2 ва теллур (VI)-оксид (теллуригидрид) TeO_3 ҳосил қилади. Бу ангидридлар сувда эриганда тегишли кислоталар ҳосил бўлади. Селенит ва теллуригидрид кислоталар сульфат кислотага қараганда кучсизроқ кислоталардир.

Бирикмаларда мусбат тўрт валентли селен билан мусбат тўрт валентли теллур кучли оксидловчилар таъсирида мусбат олти валентликка ўтади, ноль валентликка (нейтрал атомга) эса осон айланади. Шу сабабли, Se^{4+} ва Te^{4+} бирикмалари учун оксидлаш хос-саси характерлидир.

TeO_3 таркибли оксид теллуригидрид кислота H_2TeO_4 (кучсиз кислота) ҳосил қилади. SeO_3 таркибли оксид тегишлича H_2SeO_4 кислота ҳосил қилади. Бу кислоталар оқ тусли, сувда яхши эрийдиган кристалл моддалар бўлиб, кучсиз кислоталар жумласига киради.

Селенит ва селенатлар, теллуригидрид ва теллуригидридлар ўз хоссалари жиҳатидан сульфит ва сульфатларга ўхшайди. Селен ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантирувчи асбоблар — тўғрилагичлар тайёрлашда, шиша саноатида, каучукни вулканизациялашда ва фотографияда ишлатилади. Селеннинг электр ўтказувчанлиги ёруғлик таъсирида ошади. Шунинг учун ундан оптик ва электр сигнал асбоблари, термоэлементлар ва телевизорлар ясашда фойдаланилади. Теллур, асосан, рангдор металлларнинг махсус қотишмаларини тайёрлашда ишлатилади.

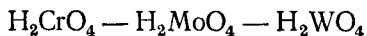
7-§. Полоний. Полоний радиоактив элементларнинг емирилишида оралик маҳсулот сифатида ҳосил бўлади. У 1898 йилда уран рудасида радиоактив элемент сифатида топилган эди. Уран рудасининг 1 тоннасида 0,1 мг Po бўлади. Полонийнинг ярим емирилиш даври 138,4 кунга тенг. Унинг радиоактивлик хоссалари радийникига қараганда кучли. Полоний сунъий равишда қуйидагича олинади:



Полоний сувдаги эритмаларидан электролиз йўли билан ҳам олиниши мумкин. Бунда у кумуш, никель ва платина катодларга чўктирилади, сўнгра вакуумда ҳайдалади, натижада тоза полоний олинади. Бу элемент ўз хоссалари жиҳатидан бир томондан висмутга, иккинчи томондан теллурга ўхшайди. Полонийнинг хоссалари унча яхши текширилмаган.

8-§. Хром группачаси. Хром группачаси элементлари ўз бирикмаларида мусбат иккидан мусбат олтигача валентликни намоён қилади, аммо улар, кўпинча, мусбат олти валентли бўлади.

Мусбат уч валентли хром бирикмалари ҳам кўп учрайди.



қаторида чапдан ўнгга томон кислотавий хоссалар заифлашиб боради. Хром, молибден ҳамда вольфрам элементларининг ҳар бири бир неча хил бирикма ҳосил қила олади. Масалан, $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ — бихромат кислота, H_2CrO_4 — хромат кислота ва бошқалар.

Хром группачаси элементлари тартиб номерининг ортиб бориши билан уларнинг химиявий активлиги ва металл хоссалари кучсизланиб боради.

9- § Хром. Хром ер пўстлогининг оғирлик жиҳатидан 0,03 % ини ташкил этади. У табиатда бирикмалар ҳолида учрайди. Хромнинг тўртта табиий изотопи: ^{50}Cr , ^{52}Cr , ^{53}Cr , ^{54}Cr бор. Табиатдаги хром ана шу изотоплар аралашмаси ($4,31\% ^{50}\text{Cr} + 83,76\% ^{52}\text{Cr} + 9,55\% ^{53}\text{Cr} + 2,3\% ^{54}\text{Cr}$) дан иборат. Хромнинг радиоактив изотопларидан амалий аҳамиятга эга бўлгани ярим емирилиш даври 27,8 кунга тенг бўлган изотопидир.

Хромли минераллардан энг муҳими хромли темиртош $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ дир. Бу минерал электр печларида кўмир воситасида қайтарилганда хромнинг темир билан қотишмаси — феррохром ҳосил бўлади. Феррохром металлургия саноатида хромли пўлат ишлаб чиқаришда ишлатилади.

Хром (III)- оксидни алюминотермия усулида қайтариш йўли билан соф хром олинади.

Хром зичлиги $7,16 \text{ г/см}^3$ га, суюқланиш температураси 1875°C га тенг бўлган оқ тусли ялтироқ металлдир. У оддий шароитда коррозиябардош, аммо суюлтирилган сульфат ва суюлтирилган хлорид кислоталар таъсирида эриб, водород ажратиб чиқаради.

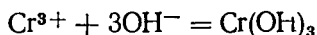
Хром метали махсус пўлатлар тайёрлашда ишлатилади. Таркибида 1—2% хром бўлган пўлат ниҳоятда қаттиқ ва пухта бўлиб, ундан металл қирқиш асбоблари, милтиқ ва машиналарнинг ҳар хил қисмлари тайёрланади. Таркибида 12% ва ундан ортиқроқ хром бўлган пўлат зангламас пўлат деб аталади.

Кейинги вақтларда металлдан ясалган кўпгина буюм ва деталларни коррозиядан сақлаш, безаш мақсадида уларнинг сиртига хром қоплаш усули кенг қўлланилмоқда. Хром жуда қаттиқ бўлгани учун, хромланган буюмлар ейилмайди. Металл буюмлар электролитик йўл билан хромланади, бунда жуда пухта ялтироқ қават ҳосил бўлади.

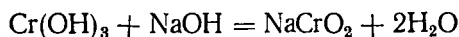
Хром учта оксид: хром (II)- оксид CrO , хром (III)- оксид Cr_2O_3 ва хром (VI)- оксид CrO_3 ҳосил қилади. CrO асосий оксид, CrO_3 — кислотавий оксид, Cr_2O_3 — амфотер оксид. CrO_3 кислота-вий оксид бўлгани учун у хромат ангидрид деб ҳам аталади. Хромнинг бу учала оксидига мувофиқ келадиган уч қатор бирикмалари ҳам бор.

Уч валентли хром бирикмалари. Хром (III)-оксид Cr_2O_3 қийин суюқланувчан, яшил тусли модда бўлиб, елим, бўёқлар ва мой бўёқлар тайёрлашда кўп ишлатилади ва яшил крон деб аталади. Хром (III)-оксид силикатларга қўшиб суюқлантирилганда силикат яшил тусга киради, шунинг учун, у шиша ва чиннини бўйяшда ишлатилади.

Хром (III)-гидроксид $\text{Cr}(\text{OH})_3$ уч валентли хром тузларига ишқор таъсир эттирилганда кўкиш-кул ранг тусли чўкма тарзида ҳосил бўлади:

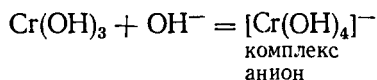


Хром (III)-гидроксид амфотер гидроксиддир. У кислоталарда эриб, уч валентли хром тузларини, ишқорларда эриб хромитлар — хромит кислота HCrO_2 тузлари эритмаларини ҳосил қилади:

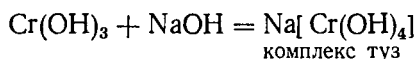


Бундай эритмаларда хром CrO_2^- ионлар таркибига кирган ҳолда эмас, балки комплекс $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$ анионлар таркибига кирган ҳолда бўлади.

Комплекс анионлар қуйидаги реакция натижасида ҳосил бўлади:



ёки



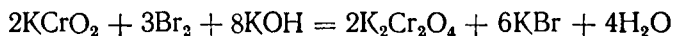
Бундай комплекс тузлар кристалл ҳолида ҳосил қилинган. Қуруқ усул билан (масалан, Cr_2O_3 га бошқа металлларнинг оксидларини қўшиб суюқлантириш йўли билан) ҳосил қилинган ва асосан, икки валентли металллар учунгина маълум бўлган хромитларнинг таркиби $\text{Me}(\text{CrO}_2)_2$ кўринишидаги умумий формулага мувофиқ келади. Табiiй хромли темиртош $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ ҳам ана шундай хромитлар жумласидандир.

Таркибидаги хром учвалентли бўладиган тузларнинг энг кўп тарқалгани хромли аччиқтош—хром билан калийнинг қўш сульфат тузи $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ дир, бу туз кўкиш-гунафша тусли кристаллар тарзида бўлади. Хромли аччиқтош, одатда, калий бихромат $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ни сульфат ангидрид воситасида қайтариш йўли билан олинади. Бу туз кўн саноатида тери ошлашда, тўқимачилик саноатида матоларни бўйяшда хуруш сифатида ишлатилади.

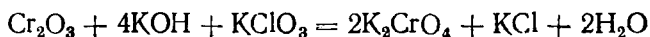
Олти валентли хром бирикмалари. Олти валентли хромнинг асосий бирикмаси хром (VI)-оксид CrO_3 дир. Бу бирикма сув билан ўзаро таъсир этиб, хромат кислота ҳосил қилади; шунинг учун у хромат ангидрид деб ҳам аталади. Хромат кислота тузлари хроматлар деб аталади. Хромат ангидридга бихромат кислота $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ тузлари — бихроматлар ҳам мувофиқ

келади. Хромат кислота ҳам, бихромат кислота ҳам фақат сувдаги эритмаларидагина мавжуд бўла олади, агар бу кислоталар эритмалардан ажратиб олинмоқчи бўлса, улар хромат ангидрид билан сувга дарҳол ажралиб кетади; аммо бу кислоталарнинг тузлари анча барқарор бўлади.

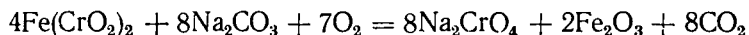
Ишқорий металлларнинг сувда эрийдиган хроматлари уч валентли хром бирикмаларини ишқорлар иштирокида оксидлаш йўли билан олинади. Масалан, калий хромит эритмасига бром таъсир эттирилса, калий хромат ҳосил бўлади:



Хроматлар қуруқ йўл билан, яъни Cr_2O_3 ни ишқорларга қўшиб бирор оксидловчи, масалан, бертоле тузи иштирокида суюқлантириш йўли билан ҳам олиниши мумкин:



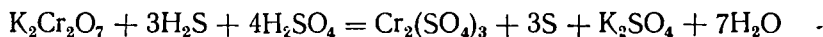
Хроматлар ҳосил қилиш учун хромли темиртошга сода қўшиб, ҳаво кислороди иштирокида қаттиқ қиздирилса, натрий хроматли қотишма ҳосил бўлади:



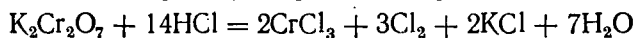
Натрий хромат қотишмадан сув ёрдамида ажратиб олинади. Хроматларнинг қарийб ҳаммаси сариқ тусли бўлади. Уларнинг баъзилари бўёқ сифатида ишлатилади.

Бихроматлар оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига киришади. Қуйида шундай реакцияларга мисоллар келтирамыз.

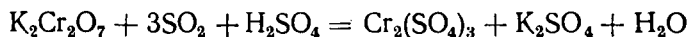
1. Бихроматнинг сульфат кислота қўшилган эритмасидан водород сульфид ўтказилганда тўқ сариқ тусли эритма яшил тусга киради ва суюқлик лойқаланади, чунки бунда олтингугурт ажралиб чиқади:



2. Калий бихроматга концентранган хлорид кислота таъсир эттирилганда хлор ажралиб чиқади ва эритма яшил тусга киради, бу уч валентли хром тузи эритмасидир:



3. Калий бихроматнинг мўл сульфат кислотали концентранган эритмасидан сульфит ангидрид ўтказилганда калий билан уч валентли хромнинг эквимолекуляр миқдорлардаги сульфатлари ҳосил бўлади:



Эритма буғлатилганда идишда хромли аччиқтош $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ қолади. Саноатда хромли аччиқтош ҳосил қилишда ана шу реакциядан фойдаланилади.

Бихроматлардан энг муҳими калий бихромат $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ билан натрий бихромат $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ дир. Калий бихромат — қовоқ

ранг тусли йирик кристаллардан иборат модда. Бу иккала туз хромпик деб ҳам аталади, улар органик бирикмалар ишлаб чиқаришда оксидловчи сифатида, кўнчиликда тери ошлашда, гурт ҳамда тўқимачилик саноатида ва саноатнинг бошқа тармоқларида ишлатилади.

Хромат кислота тузлари заҳарлидир, шунинг учун улар билан ишлашда эҳтиёт бўлиш керак.

10-§. Молибден. Табиатда молибден бирикмалар ҳолида учрайди. Унинг энг асосий бирикмаси молибденит, бошқача айтганда, молибден ялтироғи MoS_2 минералидир. Бу бирикма ташқи кўринишидан графитга жуда ўхшаш бўлганидан у узоқ вақтгача графит деб ҳисоблаб келинган эди.

Молибденнинг табиий изотоплари еттита: ^{92}Mo , ^{94}Mo , ^{95}Mo , ^{96}Mo , ^{97}Mo , ^{98}Mo , ^{100}Mo . Табиатда учрайдиган молибден ана шу изотоплар аралашмаси ($15,86\% ^{92}\text{Mo}$, $9,12\% ^{94}\text{Mo}$, $15,70\% ^{95}\text{Mo}$, $16,50\% ^{96}\text{Mo}$, $9,45\% ^{97}\text{Mo}$, $23,95\% ^{98}\text{Mo}$ ва $9,62\% ^{100}\text{Mo}$) дан иборат. Молибденнинг сунъий йўл билан олинган радиоактив изотопларидан иккитаси ^{93}Mo ва ^{99}Mo маълум.

Молибден метали молибденит минералидан ажратиб олинади, бунинг учун у куйдирилиб, молибдат ангидридга айлантирилади, молибдат ангидрид водород ёрдамида ёки алюминотермия усулида қайтарилиб, ундан молибден метали олинади. Молибдат ангидрид водород билан қайтарилганда кукун ҳолидаги молибден ҳосил бўлади, чунки молибденнинг суюқланиш температураси жуда юқори. Ҳосил қилинган кукун прессланиб, таёқчалар ҳолига келтирилади, шундан кейин у кучли электр токи билан қиздирилади, қовушиб қолган масса юқори температурада болгаланади ва прокатка қилинади.

Соф молибден зичлиги $10,23 \text{ г/см}^3$ га, суюқланиш температураси 2625°C га тенг бўлган кумуш ранг металлдир. Молибден оддий температурада ҳавода ўзгармайди, аммо қаттиқ қиздирилганда ёниб, оқ тусли молибдат ангидрид MoO_3 га айланади. У хлорид ва суюлтирилган сульфат кислотада эримайди, фақат нитрат кислотада ёки концентранланган қайноқ сульфат кислотада эрийди.

Мамлакатимизда олинadиган молибденнинг 90 процентга яқини махсус пўлатлар тайёрлашда ишлатилади. Молибден қўшилган пўлат эгиловчан, пухта, иссиқбардош ва коррозиябардош бўлади. Молибденли пўлатлар самолётсозликда ва автомобилсозликда, ракетасозликда ҳамда бошқа соҳаларда ишлатилади. Соф молибдендан электротехника саноатида фойдаланилади.

Молибден ўз бирикмаларида 6, 5, 4, 3 ва 2 га тенг валентлик намоён қилади. Олти валентли молибден бирикмалари молибденнинг энг барқарор бирикмаларидир.

Молибден бирикмаларидан энг муҳимлари молибдат кислота H_2MoO_4 нинг тузлари *молибдатлардир*, бу тузларнинг таркиби, кўпинча, жуда мураккаб бўлади. Масалан, аммоний молибдат

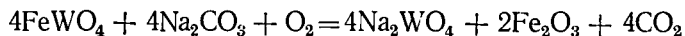
$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ фосфат кислотани топиш ва унинг миқдорини аниқлаш анализларида ишлатилади.

11-§. Вольфрам. Вольфрам табиатда бирикмалар таркибида учрайди. Унинг бешта табиий изотопи ^{180}W , ^{182}W , ^{183}W , ^{184}W ва ^{186}W маълум. Табиатда учрайдиган вольфрам ана шу изотоплар аралашмаси (0,16% ^{180}W , 26,45% ^{180}W , 14,32% ^{183}W , 30,68% ^{184}W , 28,39% ^{186}W) дан иборат. Вольфрамнинг сунъий йўл билан олинган учта радиоактив изотопи: ^{181}W , ^{185}W , ^{187}W маълум. Бу изотоплар радиоактив индикаторлар сифатида ишлатилади.

Вольфрамнинг табиий бирикмалари, кўпчилик ҳолларда, вольфрамат кислота H_2WO_4 нинг тузлари—вольфраматлардир.

Вольфрам ажратиб олинadиган асосий руда вольфрамит минерали бўлиб, у вольфрамат кислотанинг темирли ва марганецли тузларидан иборат. Вольфрам CaWO_4 таркибли шеелит минералидан ҳам олинади.

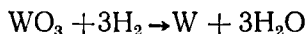
Рудадан вольфрам ажратиб олиш учун рудага сода аралаштирилиб, алангали печда суюқлантирилади. Бунда қуйидаги процесс содир бўлади:



Ҳосил бўлган натрий вольфрамат сувда эритилади ва унга қайноқ хлорид кислота таъсир эттирилади. Бу реакцияда ҳосил бўлган вольфрамат кислота қиздирилганда WO_3 билан H_2O га ажралади:



Сўнгра WO_3 ни кўмир ёки водород оқимида қайтариш йўли билан кукун ҳолидаги вольфрам ҳосил қилинади:



У ер пўстлоғи массасининг 0,007% ини ташкил этади.

Тоза вольфрам кумушдек оқ металл, зичлиги $19,3 \text{ г/см}^3$, суюқланиш температураси 3380°C , қайнаш температураси 5700°C .

Вольфрам ҳавода қаттиқ қиздирилгандагина оксидланади, кислоталарда, ҳатто зар сувида ҳам эримайди, аммо нитрат кислота билан фторид кислота аралашмасида эрийди.

Вольфрам махсус пўлатлар ва қотишмалар тайёрлаш учун ишлатилади. Тезкесар асбобсозлик пўлати таркибида 18—22% гача вольфрам бўлади, бундай пўлатдан тайёрланган кесувчи асбоб ҳатто 600°C гача қиздирилганда ҳам хоссасини ўзгартирмайди. Бундай пўлат ўз-ўзидан тобланувчи пўлатлар жумласига киради. Вольфрамнинг суюқланиш температураси юқори (3410°C) бўлганлиги учун, электр лампаларнинг толаси вольфрамдан ишланади.

Вольфрам бирикмалари молибден бирикмаларига жуда ўхшайди. Вольфрамат кислота H_2WO_4 тузлари *вольфраматлар* деб аталади. H_2WO_4 ҳам, вольфраматлар ҳам вольфрамнинг энг муҳим бирикмаларидир. Вольфраматларнинг баъзилари бадий бўёқ сифатида ишлатилади.

Вольфрам карбидларининг қаттиқлиги олмоснинг қаттиқлигига ўхшайди, шунинг учун металлокерамикавий қаттиқ қотишмалар тайёрлашда ишлатилади.

XIII б о б

ЭЛЕМЕНТЛАР ДАВРИЙ СИСТЕМАСИНING ЕТТИНЧИ ГРУППАСИ

1-§. Умумий маълумот. Даврий системанинг еттинчи группаси асосий группачасига водород Н, галогенлар — фтор F, хлор Cl, бром Br, йод J ва астат At элементлари, қўшимча группачага эса марганец Mn, технеций Te ва рений Re элементлари киради. Асосий группача элементлари галогенлар деб аталади, чунки улар металллар билан бирикиб, туз ҳосил қилади («галоген» сўзи «туз ҳосил қилувчи» деган маънони билдиради). Асосий группача *галогенлар группачаси* деб, қўшимча группача эса *марганец группачаси* деб ҳам аталади. Галогенлардан бром, йод ва астат — бром группачаси элементлари деб юритилади.

2-§. Галогенлар группачаси. Галогенлар группачасидаги элементлар актив металлмаслар бўлиб, табиатда соф ҳолда учрамайди. Галогенлар атомларининг сиртқи қаватида еттитадан электрон (s^2p^5 — электронлар) бўлади. Шу сабабли галоген атоми ўзига яна битта электрон бириктириб олиб, ўзининг сиртқи қаватини саккиз электронли октет конфигурацияга ўтказди. Галогенларнинг ҳаммаси эркин ҳолатда кучли оксидловчидир. Бизга маълум бўлган барча оксидловчилардан энг кучлиси фтордир. Галогенлар группасининг биринчи аъзоси фтор бошқа галогенлардан бирмунча фарқ қилади.

Хлор, бром, йод ўз бирикмаларида кўпинча минус 1 валентли (оксидланиш даражаси —1 га тенг бўлади). HCl, HBr ва HJ нинг сувдаги эритмаси кучли кислоталар бўлиб, HCl дан HJ га ўтилган сари кислотанинг кучи ортиб боради, чунки $Cl^{1-} \rightarrow Br^{-} \rightarrow J^{1-}$ қаторида чапдан ўнгга томон ионнинг заряди ўзгармаган ҳолда радиуси катталаша боради. Шу сабабли HCl, HBr, HJ нинг қайтариш хоссалари ҳам HCl дан HJ га томон кучайиб боради.

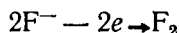
Хлор, бром ва йод ўз бирикмаларида —1 дан ташқари, яна +1 дан +7 га қадар оксидланиш даражалари намоён қила олади.

3-§ Фтор. Фтор барча элементлар ичида энг катта электроманфийлик намоён қилади. Унинг ўз бирикмаларидаги оксидланиш даражаси —1 га тенг. Фтор кислород билан ҳосил қилган бирикмаси F_2O да ҳам минус 1 валентли бўлади, шу сабабли F_2O *кислород фторид* деб аталади. Фтор энг актив металлоиддир, у табиат-

да фақат бирикмалар таркибида учрайди. Унинг энг кўп учрайдиган бирикмаси кальций фторид — флюорит CaF_2 дир. Апатит $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ ва криолит $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$ минераллари таркибида ҳам фтор бўлади. Фтор бирикмалари сувда, ўсимликларда, одам ва ҳайвонлар тишининг эмалида ва суяк таркибида ҳам бўлади.

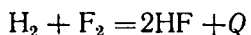
Фтор жуда актив элемент бўлганлигидан, уни эркин ҳолда ажратиб олиш жуда қийин. У фторли бирикмаларни электролиз қилиш йўли билан олинади

Суюқлантирилган KHF_2 орқали электр токи ўтказилганда, F^- анодга бориб нейтралланади:

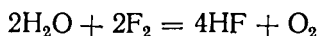


Фтор ўткир қўланса ҳидли, кўкимтир-сарик тусли газ бўлиб, унинг ранги фақат кўп миқдорда олингандагина билинади. Фтор молекуласи икки атомдан иборат (F_2); унинг суюқланиш температураси — 223°C га, қайнаш температураси — 187°C га тенг.

Фтор барча металллар ва кўпгина металлмаслар билан оддий шароитдаёқ бирикади, бунда кўп миқдор иссиқлик чиқади; баъзи элементлар билан бирикишида аланга ҳосил бўлади. Водород билан портлаб бирикади:



Фтор бошқа бирикмалар таркибидаги водородни ҳам бириктириб олиши мумкин:

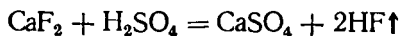


Фтор таъсирида шиша, кварц ва бошқа кўп моддалар парчаланadi, органик моддалар ёнади. У бошқа галогенларни бирикмадан жуда тез сиқиб чиқаради.

Фторнинг химиявий жиҳатдан ғоят актив бўлишига сабаб шуки, у реакцияда битта электронни ўзига жуда осон тартиб олиб, ионга айланади. Ковалент боғланишли бирикма ҳосил бўлса (жуфт электрон фторга томон силжиган бўлиб), натижада молекула қутбли бўлиб қолади.

Фторнинг электрон бириктириб олишга мойиллиги унинг кучли оксидловчи эканлигини кўрсатади. У оддий атомларни ҳам, мураккаб ионларни ҳам оксидлайди. Оксидланиш реакцияларида фторнинг ўзи қайтарилади.

Фторнинг водород билан ҳосил қилган бирикмаси. Фторнинг водород билан ҳосил қилган бирикмаси — водород фторид HF , одатда, CaF_2 га концентрланган сульфат кислота таъсир эттириш йўли билан олинади:

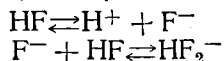


HF ўткир ва қўланса ҳидли рангсиз газ, сувда яхши эрийди, ҳавода тутайди, чунки у сув буғида эриб, фторид кислота эритмасининг майда томчиларини ҳосил қилади. Суюқ HF электр то-

кини ўтказмайди. Водород фториднинг сувдаги эритмаси бир асосли кислотаидир.

Водород фториднинг сувдаги эритмаси икки босқичда диссоциланади (ионларга ажралади). Биринчи босқич ўртача кучдаги кислоталарнинг, иккинчи босқич эса кучсиз кислоталарнинг диссоциланиши кабилдр. Шу сабабли фторид кислота ўртача кучли кислоталар жумласига киради.

Фторид кислотанинг диссоциланиш константаси $7,2 \cdot 10^{-4}$ га тенг. HF ўз эритмасида диссоциланиши натижасида ҳосил бўлган F^- билан HF бирикиб, HF_2^- ҳосил қилади:



Шунинг учун эритмада F^- ионлар ҳам, HF_2^- ионлар ҳам бўлади. Концентрланган эритмаларида эса F^- ионларга $\downarrow$ қараганда HF_2^- ионлар кўпроқ бўлади.

Фторид кислота заҳарли. Шиша ҳамда бошқа кўпгина моддаларга таъсир этгани учун, одатда, у парафин, эбонит, қўрғошин идишларда сақланади. Олтин ва платинага таъсир этмайди. Фторид кислота тузлари *фторидлар* деб аталади.

Фторнинг кислород билан ҳосил қилган бирикмалари. Фторнинг F_2O , F_2O_2 бирикмалари олинган. NaOH нинг 2% ли эритмасидан фтор ўтказиб, F_2O олиш мумкин:



F_2O жуда заҳарли, рангсиз газ бўлиб, $145^\circ C$ да сариқ тусли суюқликка айланади. F_2O сувда оз эрийди, сув таъсиридан ажралмайди, $-95^\circ C$ дан паст температурадагина барқарор.

Фтор билан кислород аралашмаси совитилиб, аралашмага электр заряди таъсир эттирилса, F_2O_2 ҳосил бўлади. F_2O_2 сариқ тусли кристалл модда.

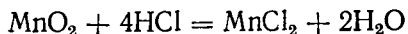
Фторнинг барча бирикмалари заҳарли, шунинг учун улар билан ишлашда жуда эҳтиёт бўлиш керак.

4-§. Хлор. Бу элемент галогенлар группачасининг типик вакилидир. Эркин ҳолатда вулкандан отилиб чиқувчи газларда учрайди.

Соф хлор — бўғувчи, ўткир ҳидли, сариқ-яшил тусли газ. Ҳаводан 2,5 марта оғир.

Хлорнинг нисбий электроманфийлиги 3 га тенг. У икки изотопдан иборат: ^{35}Cl ва ^{37}Cl .

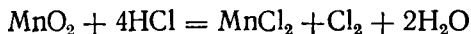
Соф хлор хлорид кислотага MnO_2 таъсир эттириш йўли билан олинади. Бунда хлорид кислота билан MnO_2 реакцияга киришиб, дастлаб $MnCl_4$ ҳосил бўлади:



$MnCl_4$ қиздирилганда парчаланади ва эркин хлор ажралиб чиқади:



Бу иккала тенгламани қўшиб, қуйидагича ёзилади:



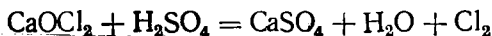
Лабораторияда хлор олишнинг юқорида баён этилган усулидан ташқари ушбу усулларида ҳам фойдаланилади: Концентранган хлорид кислотага калий перманганат KMnO_4 таъсир эттириш:



Хлорид кислотага калий бихромат ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) қўшиб қиздириш:



Хлорли оҳакка кучли бирор кислота таъсир эттириш:



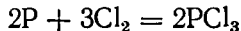
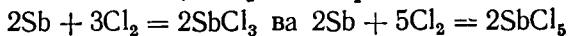
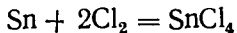
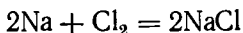
Техникада хлор, асосан, ош тузининг сувдаги эритмасини электролиз қилиш йўли билан олинади. 0°C ли температурада 1 ҳажм сувда 4,5 ҳажм хлор эрийди. Хлорнинг сувдаги эритмаси *хлорли сув* деб аталади; хлорли сувда хлорид ва гипохлорид кислоталар бўлади. Хлорли сув лабораторияларда оксидловчи сифатида ишлатилади.

Хлор билан тўйинтирилган сув 0°C дан паст температурагача совитилганда кристалл модда — хлор гидрати ($\text{Cl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ажралиб қолади.

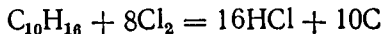
Газ ҳолатидаги хлор 0°C температурагача совитилиб, 37 атм гача сиқилса, қизғиш-сариқ тусли ва зичлиги $1,57 \text{ г/см}^3$ га тенг суюқ хлор ҳосил бўлади. Суюқ хлор 34°C да қайнаб, минус 100°C да музлайди.

Қуруқ хлор химиявий жиҳатдан пассивроқ бўлади, у металлларга ва бошқа моддаларга жуда кам таъсир қилади. Газсимон хлор бир оз намланса активлашади.

Кўпгина моддалар, масалан, натрий, қалай, сурьма, фосфор ва бошқалар хлорга киритилганда ёниб, кўп миқдорда иссиқ ва ёруғлик чиқаради:



Хлор органик моддалардан водородни тортиб олади, натижада эркин углероднинг ўзи қолади. Органик моддалар хлорда ёнганда кўп миқдорда қоракуя ҳосил бўлишининг сабаби ана шу. Масалан, скипидарнинг хлорда ёниш реакцияси қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

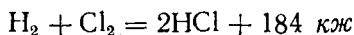


Хлор ҳар хил химиявий бирикмалар тайёрлашда ишлатилади; сувни дезинфекциялаш учун унга хлор қўшилади.

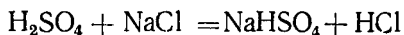
Хлорнинг водород билан ҳосил қилган бирикмаси. Хлор водород билан фақат битта бирикма — водород хлорид (HCl) ҳосил қилади.

Водород хлорид қуйидаги усуллар билан олинади:

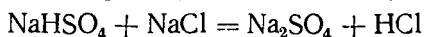
1. Водород билан хлор аралашмасини ёндириш:



2. Ош тузига концентрланган сульфат кислота таъсир эттириш:



Оддий температурада бу реакция охиригача бормайди, нордон туз — натрий бисульфат (NaHSO_4) ҳосил бўлади. Реакцияга киришаётган моддалар қиздирилганда натрий бисульфат молекуласи NaCl нинг яна бир молекуласи билан реакцияга киришиб, натижада ўрта туз — натрий сульфат (Na_2SO_4) ҳосил бўлади:



Ҳозирги вақтда саноатда водород хлорид водород билан хлор аралашмасини ёндириш усули билан олинади.

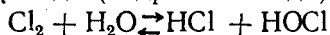
Водород хлорид — ғоят ўткир ҳидли, томоқ ва бурун шиллиқ пардаларига кучли таъсир этадиган рангсиз газ. Бу газ ёнмайди, ёнишга ёрдам ҳам бермайди, нам ҳавода тутайди. Водород хлорид, худди бошқа водород галогенидлар каби, сувда жуда яхши эрийди.

Водород хлориднинг сувдаги эритмаси *хлорид кислота* дейилади. Сотиладиган хлорид кислотанинг зичлиги $1,19 \text{ г/см}^3$, унда тахминан 37% HCl бўлади.

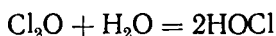
Хлорид кислота энг кучли кислоталардан бири бўлиб, у сапоатнинг турли соҳаларида ва лабораторияда ишлатилади. Хлорид кислотанинг кўп миқдори *хлоридлар* (хлорид кислота тузлари) олиш учун сарф бўлади. Хлоридларнинг кўпи табиатда учрайдиган бирикмалар — минераллардир.

Энг муҳим хлорид — ош тузи (NaCl) бўлиб, у химия саноатининг асосий хом ашёларидан биридир. NaCl каустик сода (NaOH) ва хлор олишда, таркибида натрий ва хлор бўладиган жуда кўп химиявий бирикмалар тайёрлашда ишлатилади.

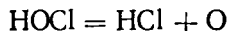
Хлор сув билан реакцияга киришиб, хлорид ва гипохлорит кислоталар ҳосил қилади (гидролизланади):



Гипохлорит кислота (HOCl) сувда жуда кам диссоциланади; шунинг учун у кучсиз кислотадир. Бу кислотага хлорнинг кислотарод билан ҳосил қилган бирикмаси — хлор (I)-оксид (Cl_2O) мувофиқ келади, бу оксид асосли баъзи оксидлар (HgO , Ag_2O) га хлор таъсир эттириш йўли билан олинади. Хлор (I)-оксид сувда жуда яхши эриб, гипохлорит кислота ҳосил қилади:



Гипохлорит кислота беқарор бўлиб, тезда водород хлорид билан кислотадга ажралади:



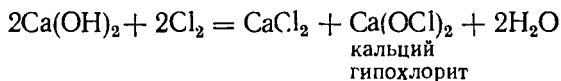
Бу реакцияда атом ҳолидаги (атомлар) кислород ажралиб чиқади, бу кислород кучли оксидловчи ва ҳар хил микроорганизмларни ўлдиради.

Гипохлорит кислота сувдаги эритмада мавжуд. Унинг тузлари *гипохлоритлар*, худди гипохлорит кислота каби, оксидловчи бўлса-да, анча барқарор бирикмалардир. Ўювчи калий ёки ўювчи натрийнинг совуқ эритмасидан хлор ўтказилганда, калий хлорид ва натрий хлорид билан бир қаторда, тегишли гипохлоритлар ҳам ҳосил бўлади:



Натрий хлорид билан натрий гипохлорит аралашмаси жавел суви деб аталади ва тўқимачилик ҳамда қогоз саноатида ишлатилади.

Сўндирилган оҳакка хлор таъсир эттирилганда кальций хлорид, кальций гипохлорит ва сув ҳосил бўлади:

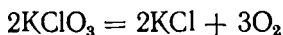


Кальций гипохлорит беқарор бўлгани учун сув таъсирида парчаланиб, атом ҳолидаги кислород ажратиб чиқаради, атомар кислород эса, юқорида айтиб ўтилганидек, оқартиш хоссаларига эга.

Калий гидроксиднинг қайноқ эритмасидан хлор ўтказилганда хлорат кислота тузи — калий хлорат KClO_3 ҳосил бўлади:



Калий хлорат совуқ сувда ёмон эрийди, шунинг учун эритма совитилганда кристалланади. Бертоле тузи қиздирилганда парчаланади, натижада кислород ажралиб чиқади (озроқ MnO_2 қўшилса, реакция анча тезлашади):

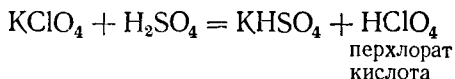


Бертоле тузи хлорат кислота (HClO_3)нинг тузидир. Хлорат кислота ҳам, худди хлорид ва нитрат кислоталар каби, кучли кислотадир. KClO_3 юқори (300°C дан баланд) температурада (катализаторсиз) қиздирилганда парчаланади:



KClO_4 таркибли туз калий перхлорат деб аталади. Калий перхлорат техникада бертоле тузини электролиз қилиш йўли билан олинади ва портловчи моддалар тайёрлашда ишлатилади.

Перхлорат кислота олиш учун KClO_4 га концентрланган сульфат кислота таъсир эттирилади:



Перхлорат кислотани паст босим остида ҳайдаш мумкин.

HClO_4 ҳавода тутасчи рангсиз суюқлик бўлиб, кучли кислота-лар жумласига киради. Сувсиз перхлорат кислота—беқарорроқ модда, шунинг учун зарб таъсирида ёки қиздирилганда портлайди.

Хлорнинг кислородли кислоталари оксидловчи хоссаси HOCl дан HClO_3 га, HClO_3 дан HClO_4 га томон камайиб боради, кислота хоссалари эса, аксинча, $\text{HClO} \rightarrow \text{HClO}_2 \rightarrow \text{HClO}_3 \rightarrow \text{HClO}_4$ қаторида кучаяди.

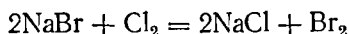
5-§. Бром. Бром нормал температурада ва босимда қизғиш-қўнғир тусли, қўланса ҳидли суюқлик. (Оддий температурада суюқ ҳолатда бўладиган бирдан бир металлоид бромдир.) Бромнинг 20°C температурадаги зичлиги $3,12 \text{ г/см}^3$ га, суюқланиш температураси 73°C ва қайнаш температураси 59°C га тенг. Бром ҳам худди фтор ва хлор каби заҳарли.

Бром атомининг сиртқи қаватида еттита (s^2p^5) электрон бўлганлиги учун унинг кўп хоссаси фтор ва хлорнинг хоссасига ўхшаш. Аммо бром атомининг сиртқидан олдинги қаватида 18 тадан ($s^2p^6d^{10}$) электрон бўлгани учун унинг хоссалари фтор билан хлорнинг хоссасидан анча фарқ қилади.

Бром табиатда бирикмалар таркибида учрайди. Масалан, NaBr , MgBr_2 таркибли бирикмалар денгиз сувининг 0,006% ини ташкил этади. Баъзи кўллар сувида 0,01—0,5%, нефть қудуқларида чиқадиган сувда 0,04—0,05% атрофида бром бўлади.

Бром хлороформда ва углерод сульфидда яхши эрийди. Сувда ёмон эрийди (100 г сувда 20°C да 3,58 г бром эрийди). Бромнинг химиявий активлиги хлорникдан паст, шунинг учун уни бирикмалардан хлор сиқиб чиқаради, бунда хлор бромни оксидлаб, ўзи қайтарилади. Бром оддий шароитда P, As, Sb ва баъзи металлар билан бевосита, водород билан иситилганда бириқади.

Бром ўз бирикмаларидан хлор таъсирида ажратиб олинади, масалан:



Бромдан турли органик ва аорганик бирикмалар тайёрлашда фойдаланилади. Бром баъзи дорилар, антидетонаторлар, шунингдек, фото ва киноплёнкалар тайёрлашда ҳам ишлатилади.

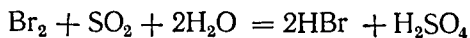
Бромнинг водород билан ҳосил қилган бирикмаси *водород бромид* деб аталади. Водород бромид бром билан водороднинг бирикишидан ҳосил бўлади:



Водород бромид сувда яхши эрийди, унинг сувдаги эритмаси *бромид кислота* деб, бромид кислота тузлари эса *бромидлар* деб аталади. Бромидларга сульфат кислота таъсир эттирилганда ҳосил бўладиган водород бромид ортиқча H_2SO_4 билан оксидланади, натижада бром ва сульфит ангидрид ҳосил бўлади:

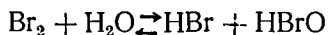


Бром билан сульфит ангидрид ўзаро таъсир этиб, водород бромид ва сульфат кислота ҳосил қилади:



Водород бромид ўткир қўланса ҳидли, рангсиз газ, ҳавода туйтади. Унинг сувдаги эритмаси, яъни бромид кислота кучли кислота. Бромид кислота тузлари — натрий ва калий бромидлар сувда яхши эрийди ва медицинада ишлатилади.

Бромнинг Br_2O , BrO_2 , Br_3O_8 таркибли оксидлари маълум. Бу оксидлар беқарор моддалардир. Br_3O_8 фақат паст температурада мавжуд. Бромнинг кислородли кислоталари иккита: гипобромит кислота HBrO ва бромат кислота HBrO_3 . Булар беқарор бўлиб, фақат суюлтирилган эритмалар ҳолидагина мавжуд. Хлорли сувда гипохлорит кислота бўлгани каби, бромли сувда ҳам гипобромит кислота бўлади, чунки сувда эриган бромнинг бир қисми сув билан реакцияга киришади:

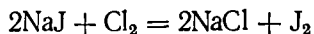


Гипохлорит ва хлоратлар қандай усуллар билан олинса, гипобромит ва броматлар ҳам шундай усуллар билан олинади.

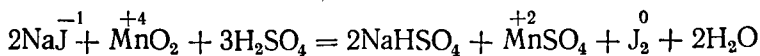
6-§. Йод. Йод табиатда бирикмалар ҳолида учрайди. Йод бирикмалари жуда оз миқдорда денгиз сувида бўлади. Денгиз ўсимликларида маълум миқдор йод бирикмалари тўпланади, шу сабабли бундай ўсимликлар кулида 0,5—1,0% чамаси йод бўлади.

Йод ўсимликлар ва ҳайвонлар организми учун, инсон ҳаёти учун ғоят зарур элементдир. Одам организмида йод етишмаса, турли касалликлар, жумладан бўғоқ касаллиги пайдо бўлади. Йоднинг фақат битта изотопи — $^{127}_{53}\text{J}$ бор.

Соф йод денгиз ўсимликлари кулидан ва нефть қудуқлари сувида олинади. Буларда йод металл билан ҳосил қилган бирикмалар — йодидлар ҳолида бўлади. Йодидлардан йод ажратиш олиш учун уларга хлор таъсир эттирилади. Бунда хлор йодни сиқиб чиқаради (оксидланади):



Натрий йодид билан марганец (IV)-оксидга сульфат кислота таъсир эттирилганда ҳам йод ажралиб чиқади:



Соф йод қорамтир гунафша тусли, металл каби ялтироқ, ром-бик кристаллاردан иборат модда. Йоднинг 20°C даги зичлиги $4,98 \text{ г/см}^3$ га тенг. Йоднинг қайнаш температураси 183°C га тенг бўлса ҳам, у оддий температурадаёқ уча бошлайди, секин иситилганда ҳам суюқланмасдан буғланади, буғлари совиганда тўғридан-тўғри қаттиқ ҳолатга ўтади, яъни сублиматланади. Йод учувчи модда. Унинг буғлари заҳарли. Йод сувда оз, спирт, бензин, хлороформ ва углерод сульфидда эса яхши эрийди. Йод галогенларнинг энг пассивидир, чунки йод атомининг радиуси бошқа галогенлар атоми радиусидан анча катта, демак, сиртқи электронларнинг атоми ядросига тортилиш кучи бошқа галогенларникига қараганда заифроқ.

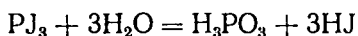
Йод олтингугурт, фосфор ва бошқа кўпгина металллар билан бевосита бирика олади. Бу реакцияларда, бошқа галогенлар каби, йод ҳам оксидловчи ролини ўйнайди. Йод фақат оддий моддаларни эмас, ҳатто мураккаб нонларни ҳам оксидлайди.

Йод турли бирикмалар тайёрлашда, спирттаги эритмаси эса медицинада ишлатилади. Йоднинг радиоактив изотопи шиш ва қалқонсимон без касалликларини даволашда ишлатилади.

Йоднинг водород билан ҳосил қилган бирикмаси *водород йодид* деб аталади. Водород йодиднинг сувдаги эритмаси *йодид кислота* дейилади. Йодид кислота тузлари эса *йодидлар* деб аталади. Йод водород билан қаттиқ қиздирилгандагина бирикади, унинг бирикиш реакцияси қайтар ва эндотермик реакциядир:



Лабораторияда водород йодид олиш учун PJ_3 нинг гидролизланишидан фойдаланилади.



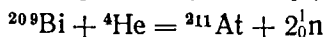
Водород йодид рангсиз, ўткир ҳидли, сувда яхши эрийдиган газ. Унинг сувдаги эритмаси — йодид кислота кучли кислоталар жумласига киради (0,1 н. эритмасининг диссоциаланиш даражаси 95% га тенг). Водород йодид ҳам, йодид кислота ҳам нормал температурада ва ҳавосиз жойда барқарор моддалардир. Йодид кислота ҳавода секин оксидланиб, йод ажратиб чиқаради ва қўнгир тусга кира боради. Ёруғлик таъсирида оксидланиш янада тезлашади. Демак, HJ кучли қайтарувчидир.

Йодидлардан NaJ , KJ , NH_4J лар рангсиз кристалл моддалар бўлиб, сувда яхши эрийди, медицинада ва фотографияда ишлатилади.

VII гурппада юқоридан пастга тушган сари галогенларнинг металлмас хоссалари заифлашиб, металл хоссалари намоён бўла бошлайди. Бу гурппанинг охириги элементи — астат амфотер элемент бўлиб, унда металл хоссалари устун туради.

7- §. Астат. Астат табиатда деярли учрамайди, у сунъий йўл билан олинган элементлар жумласига киради. Астат висмутни циклотронда

α-заррачалар билан бомбардимон қилиш орқали олинган:



Астат ярим емирилиш даври 7,5 соатга тенг радиоактив элемент. Унинг табиатдаги учта изотопи ^{215}At , ^{216}At , ^{218}At нинг ярим емирилиш даври нихоятда қисқа (10^{-4} , $3 \cdot 10^{-4}$ ва 2 сек). Астатнинг 20 га яқин изотопи синтез қилинган бўлиб, булардан энг узоқ тура оладигани ^{210}At дир, унинг ярим емирилиш даври 8,3 соатга тенг.

Астатнинг химиявий хоссаларини ўрганиш бирмунча қийин, чунки у тез емирилиб кетади. У ўз хоссаларига кўра галогенларга ўхшайди.

Астат ўз бирикмаларида —1 дан +5 гача оксидланиш даражаси намоён қилади. Астатнинг металллар билан ҳосил қилган бирикмалари — сульфидлари бор, масалан At_2S бирикмада $\text{At}+1$ валентли бўлиб, металл хоссасини намоён қилади.

8-§. Марганец группачаси. Бу группачага марганец, технеций ва рений киради. Улар атомларининг сиртқи қаватида иккита s электрон, сиртқидан олдинги қаватида 13 та электрон ($s^2p^6d^5$) бор. Бу элементлар +2 дан +7 гача оксидланиш даражалар намоён қилади.

Марганец +2, +3, +4, +6 ва +7 валентли бўла олади. Буларга $\text{Mn}(\text{OH})_2$, $\text{Mn}(\text{OH})_3$, $\text{Mn}(\text{OH})_4$ таркибли гидроксидлар ва H_2MnO_4 , HMnO_4 таркибли кислоталар мувофиқ келади. Бу қатор бирикмаларнинг кислота хоссалари чапдан ўнгга томон кучайиб боради. $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ва $\text{Mn}(\text{OH})_3$ — асос; $\text{Mn}(\text{OH})_4$ — амфотер хоссага эга кучли асос; H_2MnO_4 ва HMnO_4 кислоталардир. Икки валентли Mn дан етти валентли Mn га ўтилгани сари марганец бирикмаларининг оксидлаш хоссалари кучайиб, қайтариш хоссалари кучсизланиб боради.

Технеций билан рений ўз бирикмаларида +7 га тенг оксидланиш даражаси намоён қилади. Уларнинг бу валентликларига мувофиқ келадиган гидроксидлари H_2TeO_4 кўринишидаги умумий формула билан ифодаланади.

Марганец. Марганец табиатда бирикмалар таркибида учрайди. У ер пўстлогининг оғирлик жиҳатидан 0,1% ини ташкил этади. Марганецли минераллардан пиролюзит MnO_2 , гаусманит Mn_3O_4 ва браунит Mn_2O_3 минераллари табиатда энг кўп учрайди. Марганец метали ана шу минераллардан олинади. Бунинг учун марганец оксидлари алюминий ёрдамида қайтарилади. Марганец металининг зичлиги 7,2 г/см³ га, суюқланиш температураси 1244°C га тенг бўлиб, ташқи кўринишидан темирга ўхшайди. Марганец ҳавода юпқа оксид парда билан қопланади.

Марганец, асосан, металлургия саноатида, масалан, махсус пўлатлар тайёрлашда ишлатилади.

Марганецнинг MnO , Mn_2O_3 , MnO_2 , Mn_2O_7 , Mn_3O_4 таркибли оксидлари бор, булардан Mn_3O_4 аралаш оксид ($\text{MnO} \cdot \text{Mn}_2\text{O}_3$), яъни марганец (II, III)-оксиддир. MnO ва Mn_2O_3 асосли, MnO_2 эса амфотер оксид. Марганецнинг юқори оксидлари MnO_3 ва Mn_2O_7

ангидридлардир. Шундай қилиб, бу ерда ҳам, валентликнинг ортиб бориши билан оксидларнинг хусусияти ўзгаради.

Марганецнинг икки валентли ҳамда етти валентли бирикмалари перманганат кислота тузлари — перманганатлар ва марганец (IV)- оксид амалда кенг қўлланилади.

Икки валентли марганец тузлари марганецнинг суюлтирилган кислоталарда эришидан ҳосил бўлади. Масалан, марганец (IV)- оксидга хлорид кислота таъсир эттирилганда хлор ажралиб чиқади, қолган эритмадан эса марганец (II)- хлорид $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ кристалланади, бу кристалл оч пушти тусли бўлади. Икки валентли марганец тузлари эритмасига ишқорлар таъсир эттирилса, оқ чўкма — марганец (II)- гидроксид $Mn(OH)_2$ ҳосил бўлади. $Mn(OH)_2$ кислоталарда осон эрийди, аммо ишқорларда эримайди, чунки марганец (II)- гидроксид фақат асос хоссаларига эга. Бу чўкма ҳавода тезда қораяди ва оксидланиб, қўнғир тусли марганец (IV)- гидроксид $Mn(OH)_4$ га айланади.

Марганец бирикмаларидан энг барқарори MnO_2 дир. Бу оксид кичик валентли марганец бирикмалари оксидланганда ҳам, катта валентли марганец бирикмалари қайтарилганда ҳам осон ҳосил бўлади. Марганец (IV)- оксид MnO_2 амфотер оксиддир. Аммо унинг кислота хоссалари ниҳоятда кучсиз, тегишли тузлари беқарор.

MnO_2 га поташ ва селитра (оксидловчи) қўшиб суюқлантирилганда яшил тусли қотишма ҳосил бўлади ва у сувда эритилганда яшил тусли эритмага айланади. Бу эритмадан манганат кислота H_2MnO_4 нинг яшил тузи — калий манганат K_2MnO_4 кристалларини ажратиб олиш мумкин.

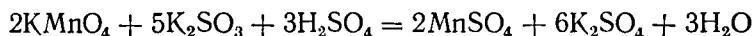
Манганат эритмасига кучли оксидловчилар, масалан, хлор таъсир эттирилса, марганецнинг ҳаммаси олти валентлидан етти валентлига ўтади ва шундай қилиб, манганат батамом перманганатга айланади, масалан:



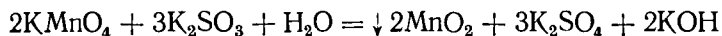
Калий перманганат $KMnO_4$ перманганат кислота $HMnO_4$ нинг амалий жиҳатдан энг муҳим тузидир. Калий перманганат тўқ гунафша тусли призмалар ҳолида кристалланади, бу кристаллар сувда ўртача эрийди. Калий перманганат эритмалари тўқ қизил тусли, концентрланган эритмалари гунафша тусли бўлади, гунафша тус MnO_4^- ионларига хос. Калий перманганат, етти валентли марганецнинг бошқа ҳамма бирикмалари каби, кучли оксидлаш хоссаларига эга. Масалан, сульфит кислотани оксидлаб, сульфат кислотага айлантиради, хлорид кислотадан хлорни ажратиб чиқаради ва ҳоказо. Бу реакцияларда марганец тўрт ёки икки валентлигача қайтарилади. Марганецнинг неча валентлигача қайтарилиши процесснинг қандай муҳитда олиб борилаётганига боғлиқ. Масалан, етти валентли марганец кислотали муҳитда икки валентли марганецгача, нейтрал муҳитда тўрт

валентли марганецгача, ишқорий муҳитда олти валентли марганецгача қайтарилади.

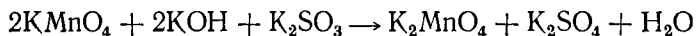
KMnO_4 нинг H_2SO_4 қўшилган эритмасига K_2SO_3 аралаштирилса, суюқлик деярли рангсиз бўлиб қолади, чунки бу вақтда икки валентли марганецнинг оч пушти тусли тузи ҳосил бўлади. Реакцияни қуйидагича ифодалаш мумкин:



KMnO_4 нинг нейтрал эритмасига K_2SO_3 таъсир эттирилганда қўнғир тусли марганец (IV)-оксид чўкмага тушади:

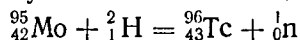


Ишқорий эритмада реакция қуйидагича боради:



Калий перманганат химия практикасида дезинфекцияловчи восита сифатида ва аналитик химияда ишлатилади.

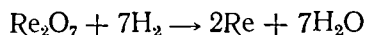
Технеций. Технеций — сунъий йўл билан, яъни молибденга дейтронлар ёғдириш йўли билан олинган дастлабки элемент:



Ҳозирги вақтда технеций ядро реакторларида ураннынг парчаланishiдан ҳосил бўлган маҳсулотлардан олинади. Технеций изотопларидан энг барқарори ^{99}Tc дир.

Химиявий хоссаларига кўра технеций шу группанинг бошқа элементларига ўхшайди. Технеций бирикмаларидан энг муҳими натрий пертехнат NaTcO_4 дир. Бу бирикма металлларнинг коррозияланишига қарши ингибитор сифатида ишлатилади. Аммо олинadиган пертехнат миқдори жуда оз бўлганлигидан ҳозирча ундан кенг кўламда фойдаланиш имконияти йўқ.

Рений. Рений ташқи кўринишидан платинага ўхшаш оқ металл, зичлиги $20,5 \text{ г/см}^3$, суюқланиш температураси 3170°C . У энг тарқоқ элементлар жумласига киради. Ренийнинг мустақил минерали мавжуд эмас. Молибденли баъзи рудаларда ва бошқа подир минералларда оз миқдорда рений бўлади. Тоза рений, рений оксидларини ёки аммоний перренатни $400\text{—}600^\circ\text{C}$ температурада водород воситасида қайтариш йўли билан олинади:



Рений суюлтирилган хлорид кислотада эримайди, нитрат кислотада эриб, перренат кислота HReO_4 га айланади, яъни у оксидланади. Рений металнинг суюқланиш температураси юқори бўлганлигидан у электрик лампаларнинг вольфрам толаларига қоплаш учун, платина билан қотиштирилган ҳолда термоэлементлар тайёрлаш учун ишлатилади. Термоэлементлар 1900°C гача бўлган температураларни ўлчашда қўлланилади. Рений турли химиявий реакцияларда катализатор сифатида ишлатилади. Унинг қотишмаларидан пероларнинг учлари ва бошқа дeтaллар тайёрланади.

Рений оксидларидан энг барқарори ва рений учун хоси сариқ тусли қаттиқ модда — перренат ангидрид Re_2O_7 дир. Унинг сув билан ўзаро таъсири натижасида рангсиз эритма — перренат кислота HReO_4 ҳосил бўлади. Перренат кислота тузлари *перренатлар* деб аталади.

XIV б о б

ЭЛЕМЕНТЛАР ДАВРИЙ СИСТЕМАСИНING САККИЗИНЧИ ГРУППАСИ

1- §. Умумий маълумот. Даврий системанинг саккизинчи группаси учта триадани — темир, никель ва кобальтдан иборат биринчи триада: рутений, родий ва палладийдан иборат иккинчи триада, ҳамда осмий, иридий ва платинадан иборат учинчи триадани, шунингдек, инерт газларни ўз ичига олади, аммо инерт газлар нолинчи группа деб аталадиган группага ажратилади ва алоҳида кўриб чиқилади. Бундан кейин саккизинчи группа дейилганда юқорида тилга олинган учта триада тушунилади.

Саккизинчи группа элементларининг кўпчилигида металл хоссалари кучли, чунки улар атомларининг сиртқи қаватида иккитадан электрон бор. Бу элементлар сиртдан иккинчи қаватидаги электронлардан ҳам баъзиларини бериши мумкин, у ҳолда, улар +3, +4 ва +8 валентли бўлади. Аммо улар камдан-кам ҳолда тўртдан юқори валентлик намоён қилади.

Саккизинчи группа элементларининг физикавий хоссалари билан химиявий хоссаларини бир-бирига таққослаб кўриш биринчи катта даврда жойлашган темир, кобальт ва никель элементларининг бир-бирига жуда ўхшашлигини, шу билан бирга, бошқа икки триададаги элементлардан катта фарқ қилишини кўрсатди. Шунинг учун биринчи триада элементлари, одатда, айрим группачага — темир группачасига киритилади. Саккизинчи группанинг иккинчи ва учинчи триада элементлари *платинавий металллар* номи билан аталади.

2- §. Темир группачаси. Бу группачага, юқорида айтиб ўтилганидек, биринчи триада элементлари: темир, никель ва кобальт кирази.

Т е м и р. Темир VIII группа элементларидан табиатда энг кўп тарқалгани бўлиб, ер пўстлоғи массасининг 4,2% ини ташкил этади. Темир табиатда соф ҳолда деярли учрамайди (фақат метеоритлардагина учрайди), у бирикмалар таркибида бўлади.

Соф темир оқ тусли пластик металл, зичлиги $7,86 \text{ г/см}^3$, суюқланиш температураси 1539°C ва қайнаш температураси 2770°C .

Темирнинг энг муҳим рудалари магнитавий темиртош Fe_3O_4 , қизил темиртош Fe_2O_3 , қўнғир темиртош $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ дир. Бу рудалар қайта ишланиб, чўян — темир билан углерод қотишмаси олинади, бу қотишмада 2 дан 6% гача углерод бўлади, ундан

ташқари, баъзи қўшимчалар — олтингургурт, кремний, фосфор, марганец ҳамда баъзи бошқа элементлар ҳам бўлади. Чўян таркибида углерод миқдори кўплигидан у мўрт бўлади. Таркибида 2% дан кам углерод бўлган қотишма пўлат деб аталади; пўлат, чўянинг аксича пластик ва болғаланувчан бўлади. Таркибидаги углерод миқдорига кўра пўлат икки хил — қаттиқ ва юмшоқ пўлатга бўлинади; қаттиқ пўлатлар таркибида углерод миқдори 0,2% дан ортиқ, юмшоқ пўлат таркибида эса 0,2% дан кам бўлади.

Чўян қуйидаги турларга бўлинади:

Қуймакорлик чўяни. Бу чўян таркибидаги углероднинг ҳаммаси ёки кўпи эркин ҳолда — графит тарзида бўлади ва турли буюмлар (деталлар) қуйиш учун ишлатилади. Қуймакорлик чўяни *кул ранг чўян* деб ҳам аталади, чунки унинг синмаси кул ранг тусда кўринади.

Қайта ишланадиган чўян. Бу чўян таркибидаги углероднинг ҳаммаси ёки кўпи Fe_3C таркибли бирикма (темир карбиди — цементит) тарзида бўлади ва пўлатга айлантириш учун ишлатилади. Унинг синмаси оқиш тусда кўринади, шунинг учун *оқ чўян* деб ҳам аталади.

Махсус чўян. Таркибида махсус қўшилган элементлар бўлган чўян *махсус чўян* деб аталади ва юқори сифатли пўлат ишлаб чиқариш учун кетади.

Домна печидан олинадиган шлак йўл қурилишида, цемент ва бошқа қурилиш материаллари ишлаб чиқаришда ишлатилади. Сўнгги вақтларда домна шлагги янги материаллар — *ситаллар* ишлаб чиқаришда хом ашё сифатида кенг ишлатилмоқда. *Ситаллар* деган ном русчада стекло (шиша) ва кристалл сўзларидан олинган. Ситаллар иссиқбардош, химиявий таъсирларга ва ейилишга чидамли материаллардир. Ситаллар пухталик жиҳатидан бетон ва металлдан қолишмайди ҳамда бинолар, ғалла омборлари, сув омборлари қуришда, қувурлар ва бошқалар ясашда ишлатилади. Ҳозир бизда саноатнинг янги тармоги — ситаллургия барпо этилмоқда.

Чўяндан пўлат олиш. Агар темир билан углерод қотишмасидаги углерод миқдори 0,2% дан 2,14% гача бўлса, бундай қотишма *пўлат* деб, углерод миқдори 0,2% дан кам бўлганда эса *техникавий темир*¹ деб аталади. Пўлат мустақкам бўлиш билан бирга, яхши тобланади, яссиланади ва прокатланади.

Техникавий темир юмшоқ ва осон ишланадиган бўлади, ундан тунука, мих, ҳар хил сим ва шунга ўхшаш буюмлар тайёрланади.

Чўяни суюқлантириб ундан пўлат ёки техникавий темир ҳосил қилиш чўян таркибидаги углерод ва бошқа қўшимчаларнинг миқдорини камайтиришдан иборат. Чўяндан пўлат олишнинг учта усули: конвертор, мартен ва электрик усуллари бор. Конвертор усулида фақат суюқ чўяндан фойдаланилади. Ҳозирги вақт-

¹ Техникавий темир ҳам, аслини олганда кам углеродли пўлатдир.

да пўлат, асосан, мартен усули билан олинадил. Мартен печига чўян, темир рудаси ва темир-терсак солиниб, уларнинг ҳаммаси суоқлантиради. Бунинг учун газлар печда ёндирилади (ёнувчи газлар печнинг регенераторларида қиздирилади). Бунда углероднинг ва бошқа қўшимчаларнинг бир қисми ёниб кетади.

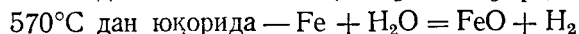
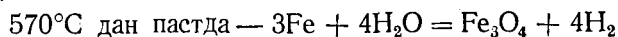
Сўнгги вақтларда бу иккала усулда ҳам одатдагича ҳаво эмас, балки кислород билан бойитилган ҳаво ишлатилмоқда, бу эса процесснинг самарадорлигини оширади ва ҳосил қилинадиган пўлатнинг сифатини яхшилади.

Пўлатнинг махсус навлари (легируланган пўлатлар) электр печларида олинадил. Пўлатни легирулаш унга Ni, Cr, W, Mo ва бошқа элементлар қўшишдан иборат. Легируланган (махсус) пўлатлар хилма-хил деталлар ва буюмлар тайёрлаш учун ишлатилади.

Т е м и р. Соф темир темир оксидларини қайтариш ёки темир тузларини электролиз қилиш йўли билан олиниши мумкин. Соф темир — оқ тусли ялтироқ, юмшоқ металл. Кукун ҳолидаги темир ҳавода ўз-ўзидан ўт олади. Соф темир оддий шароитда ҳавода бузилмайди ва сувда эримайди. Лекин темирда турли қўшимчалар бўлади. Шу сабабли темир нам ҳавода коррозияланади. Темир оксидлари ғовакли тузилган бўлиб, темир сиртига мустаҳкам ёпишмайди. Шунинг учун оксид парда темирни янада оксидланишдан сақлай олмайди. Темир коррозияга мойил металл.

Нормал температурада темир магнитвий, яъни у магнитга тортилади ва ўзи ҳам магнитланиб қолади.

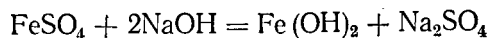
Химиявий жиҳатдан олганда, темир активлиги ўртача металллар жумласига киради. У ўз бирикмаларида +2, +3 ва +6 валентли бўлади. Сув билан фақат юқори температуралардагина бирикади:



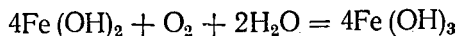
Темир суюлтирилган кислоталар билан оддий шароитда реакцияга киришиб, улардан водородни сиқиб чиқаради. Кислород, олтингугурт, хлор билан фақат қиздирилганда бирикади.

Темир уч хил оксид: темир (II)-оксид FeO, темир (II, III)-оксид Fe₃O₄ ва темир (III)-оксид Fe₂O₃ ҳосил қилади.

Темир (II)-оксид FeO қора тусли кукун бўлиб, асос хоссага эга. У асосларда ва сувда эримайди, кислоталарда эрийди. Бу оксидга тўғри келадиган темир (II)-гидроксид Fe(OH)₂ икки валентли темир тузларига ишқор таъсир эттириш йўли билан олинади:



Темир (II)-гидроксид сувда эримайдиган оқ тусли модда, ҳаво кислороди таъсирида қизғиш тусли темир (III)-гидроксид Fe(OH)₃ гача оксидланади:

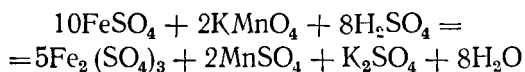


Темир кислоталарда эритилганда ҳам икки валентли темир тузлари ҳосил бўлади. Икки валентли темир билан кучли кислоталарнинг ўзаро таъсири натижасида ҳосил бўлган тузларнинг кўпчилиги сувда эримайди. Гидратланган Fe^{2+} ион оч яшил тусли бўлади, шунинг учун унинг тузлари эритмаси ҳам оч яшил туслидир. Икки валентли темир тузларидан оч яшил тусли темир купороси $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ минерал бўёқлар тайёрлашда ва жунни бўйашда ишлатилади.

Темир купороси қиздирилганда кристаллизация сувини йўқотиб, оқ тусли темир (II)-сульфат FeSO_4 га айланади, янада кучлироқ қиздирилганда эса темир (II)-сульфат парчаланади:

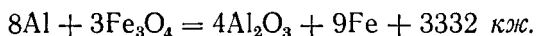


Икки валентли темир бирикмалари қайтарувчи бўлиб, уларнинг қайтарувчи хоссалари ишқорий муҳитда кислотавий муҳитдагидан кучли бўлади:

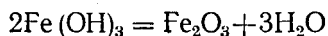


Кўпинча, қайтарувчи сифатида FeSO_4 ўрнига унга қараганда барқарорроқ мор тузи $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ишлатилади.

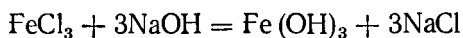
Темир (II, III)-оксид Fe_3O_4 икки валентли темир оксиди FeO билан уч валентли темир оксиди Fe_2O_3 аралашмаси ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) дан иборат, темирнинг ҳавода қиздирилиши натижасида ҳосил бўлади. Табиий Fe_3O_4 магнитавий хоссага эга бўлгани учун унинг кукуни магнитавий дефектоскопияда (металлларнинг ички нуқсонларини аниқлашда) ишлатилади. Fe_3O_4 кукуни билан алюминий кукуни аралашмаси алюминийли *термит* деб аталади ва металлларни пайвандлашда ишлатилади, чунки у ёнганда юқори (3500°C чамаси) температурали аланга ҳосил қилади:



Темир (III)-оксид Fe_2O_3 қизғиш-қўнғир тусли модда. Бу оксид темир (III)-гидроксидни қиздириш йўли билан олиниши мумкин:

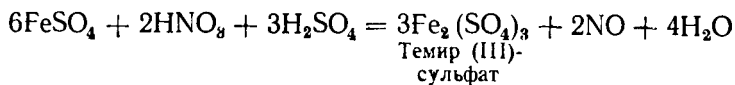


Темир (III)-оксиднинг табиатда учрайдиган ва бўёқ сифатида ишлатиладиган хили *темирли сурик* деб аталади. Fe_2O_3 сувда эримайди, бу оксидга мувофиқ келадиган темир (III)-гидроксид $\text{Fe}(\text{OH})_3$ уч валентли темир тузларига ишқор таъсир эттириш йўли билан олинади:



Fe_2O_3 ва $\text{Fe}(\text{OH})_3$ амфотер бирикмалар бўлиб, уларнинг асос хоссалари кислота хоссаларидан устун туради. Темир (III)-гид-

роксид сувда деярли эримаиди, кислоталарда эриб, уч валентли темир тузларини ҳосил қилади. Уч валентли темир тузлари икки валентли темир тузларини оксидлаш йўли билан ҳам олиниши мумкин:

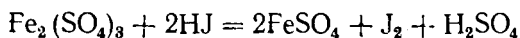


Темир (III)-сульфат кул ранг-қизғиш тусли кристалл. Унинг гидрати $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ сариқ тусли кристалл модда. Темир (III)-нитрат $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ темирни суюлтирилган HNO_3 да эритиш йўли билан олинади, у оч бинафша тусли кристалл бўлиб, газламаларни бўяшда ишлатилади. Темир (III)-роданид $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ уч валентли темир тузларига NH_4CNS ёки NaCNS таъсир эттириш йўли билан олинади, унинг эритмаси тўқ қизил тусли бўлиб, аналитик химияда темирни топишда ишлатилади.

Уч валентли темир галогенлар билан реакцияга киришиб, темир (III) галогенидлар ҳосил қилади. Масалан, FeCl_3 темир билан хлорни севосита бириктириш йўли билан олинади. FeCl_3 нинг бир неча кристаллгидрати маълум, улар $2\text{FeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $2\text{FeCl}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ва бошқалардир.

Темир (III)-галогенидлардан темир (III)-хлорид FeCl_3 кўпроқ ишлатилади. У қўнғир-сариқ тусли гигроскопик кристалл бўлиб, асосан, бўёқлар тайёрлашда ишлатилади.

Уч валентли темир бирикмалари оксидлаш хоссасига эга, уларнинг бу хоссалари муҳитнинг кислотавийлиги ошган сари кучайиб боради:



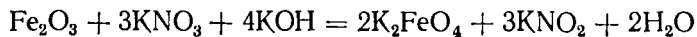
Темир олтингугурт билан реакцияга киришиб, бир неча хил бирикма ҳосил қилади. Булардан бири — темир сульфид FeS сульфид кислота H_2S нинг тузи бўлганлигидан унда қайтариш хоссалари аниқ ифодаланган. Пирит FeS_2 эса персульфид кислота H_2S_2 нинг тузидир, шунга кўра, бу бирикмада оксидловчи хоссалари кучлироқ (лекин кучли оксидловчилар таъсирида қайтарувчи хоссаларига ҳам эга бўлиб қолади).

Темирнинг азот билан ҳосил қилган бирикмаси темир нитрид Fe_2N темирга юқори температурада қуруқ аммиак таъсир эттириш йўли билан олинади. Fe_2N жуда қаттиқ модда. Пўлатга нитрат кислота таъсир эттирилганда унинг сиртқи қатлами нитрид билан қопланади, натижада пўлатнинг бу қатлами жуда мустаҳкам ва коррозиябардош бўлиб қолади.

Темир юқори температураларда углерод билан бирикиб, темир карбид, бошқача айтганда, цементит Fe_3C ҳосил қилади. Пўлат юқори температурада кўмир билан биргаликда қиздирилганда пўлатнинг сиртқи қатламида темир карбид ҳосил бўлади. Бу процесс пўлатни *цементитлаш* дейилади. Цементитланган пўлатнинг сиртқи қатлами мустаҳкам бўлади.

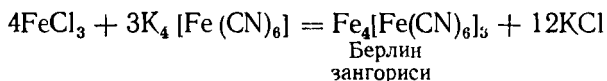
Темир углерод (II)-оксид билан бирикиб, углеродли ҳар хил бирикмалар — *карбониллар* ҳосил қилади. Карбониллардан $\text{Fe}(\text{CO})_5$ сувда эримайдиган сарғиш тусли суюқлик бўлиб, катта амалий аҳамиятга эга. У темир билан углерод (II)-оксиднинг қиздирилишидан ҳосил бўлади, юқори температурада CO билан соф темирга ажралади. $\text{Fe}(\text{CO})_5$ электротехникада ва катализатор сифатида фойдаланилади.

Темирнинг K_2FeO_4 таркибли бирикмаси калий феррат дейилади, у феррат кислотанинг тузидир. Ферратлар темир қипигига ёки темир оксидига селитра ва калий гидроксид қўшиб қиздириш натижасида ҳосил бўлади:



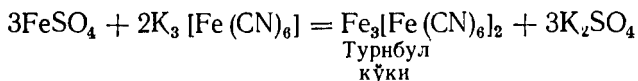
Ферратлар кучли оксидловчи, феррат кислота ва бу кислотага мувофиқ ангидрид эркин ҳолда олинмаган.

Темир комплекс бирикмалар ҳосил қилади. Бу комплекс бирикмалардан темирнинг циан билан ҳосил қилган бирикмаси — калий ферроцианид (сарик қон тузи) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ машҳурдир. Бу бирикмада темир икки валентли. Калий ферроцианидга уч валентли темир тузи таъсир эттирилса, тўқ кўк тусли биркма — *берлин зангориси* ҳосил бўлади:



Берлин зангориси бўёқ сифатида ишлатилади.

Темирли яна бир комплекс бирикма калий феррицианид $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ дир. Бу бирикма қизил тусли бўлгани учун *қизил қон тузи* деб аталади. Калий феррицианидда темир уч валентли бўлади. Бу комплексга икки валентли темир тузи таъсир эттирилса, тўқ кўк тусли модда турнбул кўки ҳосил бўлади:



3- §. Кобальт. Никель. Кобальт ва никель табиатда бирикмалар ҳолида, асосан, мишьяк ва олтингугурт билан бириккан ҳолда учрайди. Масалан, кобальтпирит CoS_2 , кобальт ялтироғи CoAsS , никель ялтироғи NiAsS шулар жумласидандир. Ер пўстлоғида огирлик жиҳатидан кобальтнинг миқдори $2 \cdot 10^{-3} \%$ ни, никель миқдори $2 \cdot 10^{-2} \%$ ни ташкил этади.

Кобальт билан никель, худди темир каби, магнитавий хоссатарга эга бўлган ялтироқ металллардир. Кобальтнинг зичлиги $3,79 \text{ г/см}$, суюқланиш температураси 1490°C ; никелнинг зичлиги $3,9 \text{ г/см}$, суюқланиш температураси 1452°C . Айни юқори температурада анчагина миқдор водородни ютади, бу хусусияти никельда айниқса кучли.

Кобальт билан никель химиявий жиҳатдан бирмунча пассив элементлардир. Улар одатдаги температурада сув, нам ҳаво ва

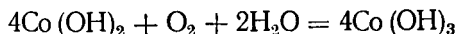
ишқорлар таъсирида ўзгармайди. Бу металллар хлорид кислотада ва суолтирилган сульфат кислотада секин эрийди, нитрат кислотада яхши эриб, икки валентли кобальт ва икки валентли никель тузларини ҳосил қилади. Концентрланган нитрат кислота таъсирида бу металллар пассивлашади.

Кобальт, асосан, махсус пўлатлар ва қаттиқ қотишмалар тайёрлашда ишлатилади. Масалан, металлокерамикавий қаттиқ қотишмалар тайёрлашда карбидларнинг зарраларини бир-бирига боғловчи восита сифатида кобальтдан фойдаланилади. Қўйма қаттиқ қотишмалардан стеллит ҳам, асосан, кобальтдан иборат. Масалан, В2К маркали стеллит 27—33% Cr, 2—3% Ni, 1,8—2,5% C, 0,1—2% Si, 1—1,5% Mn, 47—53% Co, 13—17% W ва кўпи билан 2% Fe дан иборат.

Никель металл буюмларни коррозиядан сақлаш ва уларнинг сиртини безаш мақсадида никеллаш учун ишлатилади. Аммо никелнинг асосий миқдори махсус пўлатлар, масалан, заңгламайдиган пўлат ва турли қотишмалар ишлаб чиқариш учун кетади. Пўлатга никель қўшилса, пўлатнинг механикавий мустаҳкамлиги, иссиқбардошлиги ва коррозиябардошлиги ортади. Таркибида никель бўладиган қотишмалар, масалан, мельхиор (80% Co ва 20% Ni), константан (59% Cu, 40% Ni, 1% Mn) коррозиябардошлиги юқори қотишмалардир.

Кобальт ва никель ўз оксидларида икки ва уч валентли бўлади: CoO , Co_2O_3 , NiO , Ni_2O_3 .

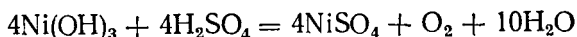
Кобальт (II) - оксид CoO ва никель (II) - оксид NiO сувда эриймайди. Бу оксидларга мувофиқ келадиган гидроксидлар шу металлларнинг сувда эрийдиган тузларига ишқор таъсир эттириш йўли билан олинади. Икки валентли кобальт ва никель гидроксидлари асос хоссаларини намоён қилади. Никель (II) - гидроксид $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ҳаво таъсирида ўзгармайди, кобальт (II) - гидроксид $\text{Co}(\text{OH})_2$ эса секин оксидланиб, уч валентли кобальт гидроксидга айланади:



Уч валентли кобальт ва никель гидроксидлар икки валентли кобальт ва никель гидроксидларни ишқорий муҳитда оксидлаш йўли билан олинади, масалан:



Уч валентли кобальт ва никель оксидлари ҳамда гидроксидлари кучли оксидловчилардир, улар кислотавий муҳитда қайтарилиб, икки валентли кобальт ва никель тузларига айланади:



Никель тузларининг сувдаги эритмалари, шунингдек, кристалл-гидратлари яшил тусда, кобальтники эса пушти-қизил тусда бўлади.

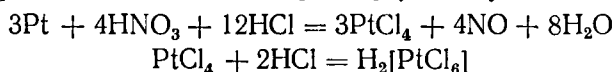
Кобальт ҳам, никель ҳам жуда кўп комплекс бирикмалар ҳосил қилади. Улардан баъзиларининг ҳосил бўлишидан аналитик химияда фойдаланилади.

4-§. Платиनावий металллар. Платиनावий металллар, асосан, туғма ҳолда учрайди, одатда, уларнинг ҳаммаси ёмби ҳолида бўлади, аммо конларда платина кўпроқ бўлади. Платиनावий металлларнинг бой конлари Уралдадир.

Платиनावий металллар ҳам физикавий хоссаларига, ҳам химиявий хоссаларига кўра бир-бирига ўхшайди. Улардан кўпчилигининг ўзига хос хусусияти газларни, жумладан, водородни эритади. Бу хусусият палладийда энг кучлидир.

Платиनावий металллар химиявий таъсирларга чидамли бўлади. Палладий нитрат кислотада, платина зар сувида эрийди, қолган металллар эса ҳатто зар сувида ҳам эримайди. Химиявий жиҳатдан олганда буларнинг ҳаммасидан энг барқарори иридийдир.

Платиनावий металлларнинг ҳаммаси ўз бирикмаларида ўзгарувчан мусбат валентлик намоён қилади, уларнинг валентлиги мусбат иккидан мусбат олтигача, рутений билан осмийнинг валентлиги эса мусбат иккидан мусбат саккизгача ўзгаради. Бу металлларнинг ҳаммаси комплекс бирикмалар ҳосил қила олади. Масалан, платинанинг зар сувида эриши натижасида комплекс гексахлороплатинат кислота $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$ ҳосил бўлади:



Платина. Платина зичлиги $21,45 \text{ г/см}^3$, суюқланиш температураси 1773°C бўлган оқиш кул ранг тусли металл. Унинг кенгайиш коэффициенти, тахминан, шишанинг кенгайиш коэффициентига тенг, шу сабабли платинани шишага кавшарлаш мумкин. Физикавий асбоблар тайёрлашда платинанинг ишлатилиши ана шунга асосланган. Химия лабораторияларида ишлатиладиган косача ва тигеллар платинадан ясалади.

Палладий. Палладий — зичлиги $11,97 \text{ г/см}^3$, суюқланиш температураси 1552°C бўлган кумушдек оқ металл. Палладий платиनावий металлларнинг энг енгили, юмшоғи ва пластигидир. Палладий икки ва тўрт валентли бўлади, аммо икки валентли палладий бирикмалари барқарорроқ. Палладий платиनावий металлларга қараганда химиявий актив элемент. У чўғ ҳолига келгунча қиздирилганда кислород билан бирикиб, палладий (II)-оксид PdO ҳосил қилади.

Палладий нитрат кислотада, концентрланган қайноқ сульфат кислотада ва зар сувида эрийди. Палладий водородни ютганда ҳам металл кўринишини сақлаб қолади, аммо ҳажми бирмунча ортади, синувчан бўлади ва осон дарз кетади.

Палладий тузларининг кўпчилиги сувда осон эрийди ва эритмаларида гидролизланади. Палладийдан заргарликда ҳар хил зеби-зийнат буюмлари тайёрланади.

5-§. Инерт газлар. Инерт газлар 1962 йилга қадар нолинчи группа элементлари деб аталиб келди. Бу группачадаги ҳар бир элемент даврий системада тегишли даврни тугаллайди. Улар атомларининг сиртқи қавати тугалланган ва шунинг учун тузилиши жуда барқарордир. Гелийда бу қават икки $1s^2$ электрондан, қолган элементлар атомларининг сиртқи қаватида саккиз s^2p^6 электрондан иборат.

Инерт газларнинг ионланиш энергияси қолган барча элементларнинг ионланиш энергиясидан катта, электронга мойиллиги анча паст. Бу элементларнинг молекулалари оддий шароитда бир атомли.

Инерт газлар группачаси элементларининг атомларида жуфтлашмаган электронлар бўлмайди, аммо ксенон, радон ва криптоннинг фтор билан ҳосил қилган жуда кўп бирикмалари олинган. Бу элементларнинг сув, водород сульфид, толуол ва фенол билан ҳосил қилган беқарор бирикмалари ҳам маълум, масалан, $\text{Ar} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Kr} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ar} \cdot 2\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$.

Инерт газларнинг барча кристаллгидратлари таркибида бир атом инерт газга олти молекула сув тўғри келади. Инерт газнинг атом массаси ортиб борган сари кристаллгидратининг барқарорлиги ошади.

Сўнгги вақтларда аргон ва криптоннинг симоб билан ҳосил қилган бирикмалари, шунингдек, гелийнинг фосфор, йод, олтингугурт билан ҳосил қилган бирикмалари олинган.

Гелий, неон, аргон, криптон ва ксенон 1894—1898 йилларда ҳавода топилган, радон эса 1900 йилда радиоактив ўзгаришларни текшириш вақтида кашф этилган.

Инерт газлардан гелий баъзи табиий газлардан кўп миқдорда ажратиб олинади; қолганлари эса (радондан бошқаси) ҳаводан олинади.

Гелийдан радонга ўтилган сари элементларнинг суюқланиш ва қайнаш температуралари ортиб боради. Инерт газларни бирибидан ажратиб олиш уларнинг қайнаш температурасидаги фарқи ва кўмирга ютилишига асосланган.

Гелийнинг қайнаш температураси энг паст ($-268, 9^\circ\text{C}$). Суюқ гелий буғланганда абсолют нолга яқин температура ҳосил бўлади, шу сабабли жуда паст температуралар ҳосил қилишда гелийдан фойдаланилади.

Одатда, озроқ миқдор водород қўшилган гелий дирижаблларни тўлдириш учун ишлатилади. Гелий кўтариш кучи жиҳатидан водороддан жуда кам фарқ қилади, аммо у ёнмайдиган газ бўлгани учун унинг ўт олиб кетиш хавфи бўлмайди, шунинг учун бу жиҳатдан гелий водороддан анча афзал туради.

Аргон, неон ва криптон реклама лампалари учун ишлатилади. Бу газларнинг ана шу мақсадда ишлатилиши уларда электр разрядларининг равшан шуълаланиш ҳосил қилишига асосланган — аргон кўк тусда, неон қизил тусда, криптон эса яшил тусда шуъллаланади. Неон тўлдирилган лампалардан маякларда фойдала-

нилади, чунки бундай лампаларнинг ёруғлиги туманга кам ютилади, яъни улар туманда ҳам кўриनावеради. Бундан ташқари, неон телевизорон аппаратларни таъминловчи ток қуввати ўзгарганда ҳам дарҳол кучаяди ёки заифлашади.

Аргон металлларни пайвандлашда ҳимояловчи газ сифатида ишлатилади; азот билан аралаштирилган аргон электр лампаларини тўлдириш учун ишлатилади. Бу мақсадда сўнгги вақтларда криптондан ҳам фойдаланилмоқда.

XV б о б

ХИМИЯВИЙ КИНЕТИКА ВА МУВОЗАНАТ

1-§. Химиявий реакцияларнинг тезлиги. Химиявий реакцияларнинг тезлиги турлича бўлади. Ер бағрида содир бўладиган процесслар асрлар бўйи давом этса, портлаш реакциялари секунднинг улушлари давомида тугайди. Химиявий реакцияларнинг тезлиги реакцияда иштирок этаётган моддалар концентрациясининг вақт бирлиги ичида ўзгариши билан ўлчанади. Модданинг ҳажм бирлигидаги миқдори *концентрация* деб аталади. Реакциялар тезлигини ўлчашда концентрациялар, одатда 1 л ҳажмдаги модданинг моллари сони билан ифодаланади. Масалан, тезлик 2 *моль/мин* дейилса, бир минутда реакцияда иштирок этаётган модданинг концентрацияси 2 *моль* ўзгарган бўлади.

Реакция тезлиги реакцияда иштирок этаётган модданинг концентрациясига ҳамда реакция бораётган шароитга (температурага, моддалар сиртининг катта-кичиклигига ва катализатор иштирок этиш-этмаслигига) боғлиқ.

Одатда, қутбсиз молекулали моддалар реакцияга секин киришади; осон қутбланувчи ёки қутбли молекулалар тезроқ, аynиқса, ion боғланишли моддалар сувдаги эритмаларда ўзаро жуда тез реакцияга киришади.

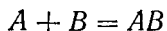
Реакция тезлиги реакцияга киришаётган моддалар концентрациясига боғлиқ эканлигини молекуляр-кинетик тасаввурлар асосида осон тушуниш мумкин.

Масалан, маълум ҳажм ва маълум температурада бир-бирида аралаштирилган газ ҳолатидаги модда орасида бўладиган реакцияни кўриб чиқамиз.

Газларнинг молекулалари турли йўналишда катта тезликда ҳаракатланиб, бир-бири билан учрашади ва ўзаро тўқнашади. Молекулалар бир-бири билан тўқнашгандагина ўзаро таъсир этади. Бинобарин, молекулалар бир-бири билан қанчалик тез тўқнашса, реакция шунча тез боради ва реакция учун олинган моддалар янги моддаларга шунчалик тез айланади. Молекулаларнинг бир-бирига тўқнашиш тезлиги реакцияга киришаётган моддаларнинг концентрациясига боғлиқ.

Реакцияга киришадиган моддалар маълум концентрацияга ва маълум температурага эга бўлганда, кинетик назария вақт бирлигида молекулалар неча марта тўқнашиши кераклигини ҳисоблаб топишга имкон беради; реакция тезлигининг тажриба йўли билан аниқланиши эса шу вақт ичида нечта молекула, дарҳақиқат, бошқа молекулага айланишини кўрсатади. Бу иккинчи сон ҳамма вақт биринчи сондан кам чиқади. Афтидан, молекулалар орасида маълум процент бирмунча «актив»лари, яъни тўқнашиш вақтида анча катта энергияга эга бўлганлари бор; фақат ана шундай актив молекулалар бир-бири билан тўқнашгандагина улар ўзаро химиявий таъсир этади, бошқа молекулалар эса бир-бири билан тўқнашгандан кейин ўзгармагани ҳолда бир-биридан қочади.

Реакция тезлигининг реакцияга киришувчи моддалар концентрациясига боғлиқлиги ўрганилгандан кейингина массалар таъсири қонуни кашф этилди. Бу қонун қуйидагича таърифланади: *химиявий реакциянинг тезлиги, ўзгармас температурада реакцияга киришувчи моддалар концентрацияларининг кўпайтмасига тўғри пропорционалдир*. Масалан,



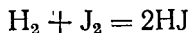
реакция учун массалар таъсири қонуни

$$v = k \cdot [A] \cdot [B]$$

тенглама билан ифодаланади, бунда v — реакция тезлиги; катта қавслар A ва B моддаларнинг концентрацияларини билдиради; k — пропорционаллик коэффициент, у *реакциянинг тезлик константаси* дейилади. Бу константа реакцияга киришувчи моддалар табиатининг химиявий реакциялар тезлигига таъсирини белгилайди; унинг қиймати температурага боғлиқ, лекин реакцияда қатнашувчи моддалар концентрациясига боғлиқ эмас.

Агар A ва B моддаларнинг концентрациялари бирга тенг, яъни $A = B = 1$ бўлса, у ҳолда $v = k$ бўлади. Демак, химиявий реакция тезлигининг константаси реакцияга киришувчи ҳар қайси модданинг концентрацияси 1 моль/л бўлганда реакция тезлигига сон жиҳатидан тенг.

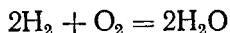
Массалар таъсири қонунига кўра, моддалар, масалан, водород йодид ҳосил бўлиш реакцияси:



нинг тезлиги қуйидагича ифодаланади:

$$v = k [H_2] \cdot [J_2]$$

Сув ҳосил бўлиш процесси



да водороднинг икки молекуласи бир вақтнинг ўзида бир молекула кислород билан тўқнашади ва бу реакциянинг тезлиги қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$v = k [\text{H}_2] \cdot [\text{H}_2] \cdot [\text{O}_2] = k [\text{H}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]$$

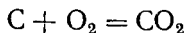
Умумий ҳолда қуйидаги

$$mA + nB = C$$

реакция учун массалар таъсири қонунининг математикавий ифодаси қуйидагича бўлади:

$$v = K [A]^m \cdot [B]^n$$

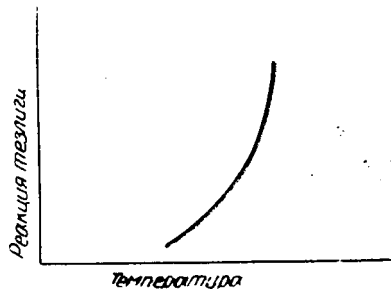
Агар реакцияда газлар ёки эритмалар билан бирга қаттиқ моддалар ҳам иштирок этса, реакция тезлиги фақат газ ҳолатидаги ёки эриган моддаларнинг концентрацияларига боғлиқ ҳолдагина ўзгаради. Масалан, кўмирнинг ёниш реакцияси:



нинг тезлиги кислороднинг концентрациясигагина пропорционал бўлади:

$$v = K \cdot [\text{O}_2]$$

Реакция тезлиги температура кўтарилиши билан тез ортади (14-расм). Реакция тезлиги билан температура орасидаги миқдорий боғланиш Вант-Гофф қондасига бўйсунди, яъни температура 10° кўтарилганда реакция тезлиги 2—4 марта ортади. Бу қонданинг математикавий ифодаси қуйидагича:



14- расм.

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

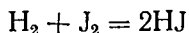
бунда v_{t_2} — реакциянинг температура t_2 гача кўтарилгандан кейинги тезлиги, v_{t_1} — реакциянинг t_1 температурадаги тезлиги, γ — реакциянинг температура коэффициент, яъни реакцияга киришувчи моддалар температураси 10° кўтарилганда реакция тезлиги қанча ортишини кўрсатувчи катталиқ.

Реакция тезлиги температура кўтарилиши билан ортишига сабаб шуки, температура кўтарилганда заррачаларнинг ҳаракати тезлашади ва, натижада, вақт бирлигидаги тўқнашишлар сон ортади. Лекин бу ҳол температуранинг кўтарилиши билан реакция тезлигининг ортишига асосий сабаб бўла олмайди.

Газларнинг кинетик назарияси асосида қилинган ҳисоблар заррачалар ҳар қайси тўқнашишда ҳам химиявий реакцияга киришавермаслигини кўрсатди. Реакцияга киришувчи молекулаларнинг энергия запаслари йиғиндиси маълум миқдордан кам бўлмагандагина молекулалар тўқнашишганда улар орасида реакция содир бўлади. Молекулалар орасида реакция содир бўли-

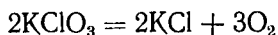
ши учун зарур энергиянинг минимум запаси *активланиш энергияси* дейилади. Активланиш энергиясига эга бўлган молекула *актив молекула* деб аталади. Актив молекулаларнинг тўқнашув *эффектив тўқнашиш* дейилади. Фақат эффектив тўқнашишлардагина химиявий реакция содир бўлади.

Реакциянинг активланиш энергияси қанча катта бўлса, реакция шунча секин боради. Демак, реакциянинг тезлиги, асосан, икки йўл билан: 1) актив молекулаларнинг сониши ошириш ва 2) активланиш энергиясини камайтириш йўли билан оширилади. Активланиш энергияси катализатор таъсирида пасаяди. Температура кўтарилганда актив молекулалар сони ортади. Активланиш энергияси *ккал/моль (кж/моль)* билан ўлчанади. Масалан,



реакциянинг активланиш энергияси 40 *ккал/моль* га тенг.

2- §. Қайтар химиявий реакциялар. Химиявий мувозанат. Бертолле тузи KClO_3 қиздирилганда калий хлорид билан кислородга парчаланади.

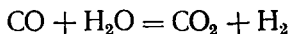


Аксинча, KCl билан кислородни қайтадан бириктириб, KClO_3 ҳосил қилиб бўлмайди. KClO_3 нинг парчаланиши каби реакциялар бир томонлама реакциялар дейилади. Бир томонлама реакциялар охиригача боради.

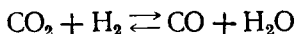
CO_2 билан H_2 орасида бўладиган реакция натижасида CO билан H_2O ҳосил бўлади:



Худди шу шароитда CO билан H_2O бирикиб, CO_2 ҳосил қилади ва бунда H_2 ажралиб чиқади:

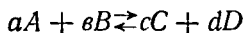


Бу иккала реакцияни умумлаштириб қуйидагича ёзиш мумкин:



Бу ерда тенглик аломати ($=$) қарама-қарши томонга йўналган иккита стрелка ($\rightleftharpoons$) билан кўрсатилган. Бу стрелкалар реакциянинг иккала томонга бориши мумкинлигини билдиради. Бир хил шароитда ва бир вақтда қарама-қарши томонга боровчи бундай реакциялар *қайтар реакциялар* дейилади. Қайтар реакцияда реакция учун олинган моддаларнинг бир қисми реакцияга киришади, бир қисми эса реакцияга киришмай қолади.

Масалан, қуйидаги қайтар реакция бораётган бўлсин:



Массалар таъсири қонунига мувофиқ, тўғри (чапдан ўнгга боровчи) реакциянинг тезлиги:

$$V_1 = K_1 \cdot [A]^a \cdot [B]^b$$

тескари (ўнгдан чапга боровчи) реакциянинг тезлиги эса:

$$V_2 = K_2 \cdot [C]^c \cdot [D]^d$$

бўлади, бу ерда K_1 — тўғри, K_2 — тескари реакцияларнинг тезлик константалари.

Реакция давом этган сари, реакция учун олинган моддаларнинг концентрациялари $[A]$ ва $[B]$ камайиб боради, ва натижада, тўғри реакциянинг тезлиги V_1 ҳам камайиб, ҳосил бўлаётган моддаларнинг концентрациялари $[C]$ ва $[D]$ ортади ва V_1 тескари реакциянинг тезлиги V_2 га тенг бўлиб қолади. Қарама-қарши томонга бораётган процессларнинг тезлиги бир-бирига барабарлашганда мувозанат қарор топади. Реакцияда иштирок этаётган моддаларнинг концентрациялари мувозанат ҳолатигача узлуксиз равишда ўзгаради, мувозанат қарор топгандан сўнг эса ўзгармай қолади. Мувозанат ҳолатидаги концентрация *мувозанат концентрацияси* дейилади. Бинобарин, мувозанат, ҳолатида

$$V_1 = V_2$$

бўлади. Демак:

$$K_1 = [A]^a \cdot [B]^b = K_2 [C]^c \cdot [D]^d$$

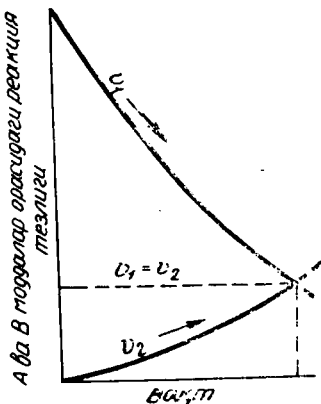
$$\frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} = \frac{K_1}{K_2} = K$$

Бунда, K — мувозанат константаси. Бу тенгламадаги концентрациялар мувозанат концентрацияларидир. Демак, мувозанат константаси шунинг кўрсатадики, ҳосил бўлган моддалар мувозанат концентрациялари кўпайтмасининг дастлабки моддалар мувозанат концентрациялари кўпайтмасига нисбатини ўзгармас қийматга эга бўлганда химиявий мувозанат қарор топади. K нинг қиймати қанча катта бўлса, реакция унуми ҳам шунча катта бўлади.

Мувозанат вақтида тўғри ва тескари реакциялар тезлиги ўзаро тенг бўлади, яъни вақт бирлиги ичида қанча модда реакцияга киришса, худди шунча миқдор модда қайта ҳосил бўлади, бинобарин, процесс тўхтаб қолмайди.

Ўзгармас шароитда химиявий мувозанат ҳамма вақт сақланиб туради. Лекин шароит ўзгариши билан мувозанат бузилади, ҳар қандай мувозанат нисбийдир.

Реакция учун олинган моддаларнинг концентрациялари ва « K »нинг қиймати маълум бўлса, мувозанат концентрациясини ҳамда реакция унумини



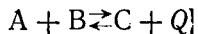
15-расм. Тўғри ва тескари процессларнинг тезлиги.

ҳисоблаб топиш ва, аксинча, мувозанат концентрацияларининг қийматидан мувозанат константасининг қийматини ҳамда реакция учун олинган моддаларнинг концентрацияларини ҳисоблаш мумкин.

3-§. Ле-Шателье принципи. Юқорида айтиб ўтилганидек, ташқи шароит ўзгармаса вақт ўтиши билан мувозанат ҳолати ҳам ўзгармайди. Лекин ташқи шароит узлуксиз ўзгариши билан мувозанат ҳолати ҳам ўзгаради, яна янги шароитга мос янги мувозанат ҳолати қарор топади ва ҳоказо.

Химиявий реакцияларнинг мувозанат ҳолатига температура, босим ва реакцияда иштирок этаётган моддаларнинг концентрациялари таъсир этади. Буларнинг бирортаси ўзгариши билан мувозанат бузилади. Ташқи шароит таъсирида концентрациянинг ўзгариши *мувозанатнинг силжиши* дейилади. Ташқи шароит ўзгариши натижасида мувозанатнинг қайси томонга силжиши *Ле-Шательенинг қуйидаги принципига бўйсунди: системанинг химиявий мувозанат ҳолатига доир шароитлардан* (температура, босим, концентрация) *бири ўзгартирилса, мувозанат шу ўзгаришга қарши таъсир кўрсатувчи реакция томонга силжийди.*

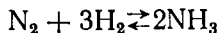
Температуранинг таъсири. Ле-Шателье принципига мувофиқ, температуранинг кўтарилиши реакцияни иссиқлик ютиладиган томонга силжитади:



A ва *B* дан *C* модда ҳосил бўлишида иссиқлик ажралиб чиқади (экзотермик реакция). Аксинча, *C* модданинг *A* ва *B* моддаларга ажралишида иссиқлик ютилади (эндотермик реакция). Агар мувозанатда турган бу система қиздирилса, ташқи таъсир системанинг температурасини оширади, бу таъсирни йўқотиш учун (яъни системанинг совиши учун) реакция ўнгдан чапга бориши, яъни *C* модда ажралиши керак, чунки бу ҳолда иссиқлик ютилади. Шундай қилиб, температурани кўтариш мувозанатни иссиқлик ютиладиган (эндотермик) реакция томон, температурани пасайтириш эса иссиқлик ажралиб чиқадиган (экзотермик) реакция томон силжитади.

Реакция маҳсулотларининг йиғилиши ва бошланғич моддаларнинг камайиши натижасида қарама-қарши процесслар тезлиги яна бир-бирига тенг бўлиб қолади, лекин бу пайтдаги моддалар концентрацияси дастлабкисидан фарқ қилади, янги мувозанат ҳолати қарор топади.

Босимнинг таъсири. Бу таъсирни аммиакнинг синтези мисолида кўриб чиқамиз:

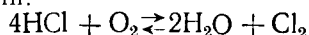


Тенгламанинг чап томонида тўртта молекула, ўнг томонида эса иккита молекула бор. Демак, процесс чапдан ўнгга борганда (аммиак ҳосил бўлганда) молекулалар сони камайиши сабабли

босим камаяди, аксинча, ўнгдан чапга борганда (аммиак ажралганда) босим ортади. Агар мувозанатдаги бу системанинг босими оширилса, система ўз босимини камайтириши керак. Бунинг учун реакция мувозанати чапдан ўнгга — аммиак ҳосил бўлиш томонига силжиши зарур. Шу сабабли аммиакнинг синтези юқори босим остида олиб борилади.

Агар химиявий тенгламанинг чап ва ўнг томонидаги молекулалар сони бир хил бўлса (масалан, $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$), босимнинг ўзгариши мувозанатни силжитмайди.

Концентрациянинг таъсири. Агар мувозанатда иштирок этаётган моддалардан бирортасининг концентрацияси оширилса, мувозанат шу модда концентрациясининг камайишига олиб келадиган реакция томон силжийди. Буни қуйидаги реакциядан кўриш мумкин:

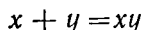


Мувозанатнинг ўнгга силжиши учун хлор ва сувнинг (ёки биттасининг) концентрациясини камайтириш (реакция зонасидан чиқариб юбориб) ёки кислород ҳамда водород хлориднинг (ёки биттасининг) концентрациясини ошириш керак. Мувозанатни чапга силжитиш учун буларнинг аксини қилиш лозим.

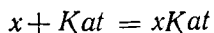
4- §. Катализ. Реакция тезлигини ўзгартирувчи моддалар *катализаторлар* дейилади. Катализаторлар активланиш энергияси анча кам бўлганда ҳам реакциянинг боришига ёрдам беради. Кўпчилик катализаторлар реакция тезлигини бир неча минг марта оширади.

Катализатор қайтар процессларда тўғри реакциянинг тезлигини ҳам, тесқари реакциянинг тезлигини ҳам бир хил даражада ўзгартириб, мувозанатнинг тез қарор топишига имкон беради, бунда мувозанат константаси ўзгармайди. Катализатор таъсирида олиб бориладиган реакция *катализ* дейилади. Катализ реакция борган фазага қараб, *гомоген* ва *гетероген* катализга бўлинади. Гомоген катализда катализатор ҳам, реакцияга киришувчи моддалар ҳам бир фазада, гетероген катализда катализатор ва реакцияга киришувчи моддалар ҳар хил фазада бўлади. Гетероген катализда катализатор, кўпинча, қаттиқ фаза бўлади.

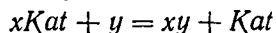
Катализаторнинг реакция тезлигига таъсири шундан иборатки, реакцияга киришувчи моддалардан бири билан катализатор орасида оралиқ бирикма ҳосил бўлади ва бу бирикма реакцияга осон кириша олади. Масалан, секин борадиган



реакцияда x модда билан катализатор Kat оралиқ бирикма ҳосил бўлади:

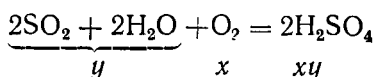


Ҳосил бўлган $xKat$ оралиқ бирикма y модда билан реакцияга киришиб, xy бирикмани ҳосил қилади ва катализатор ажралиб чиқади:

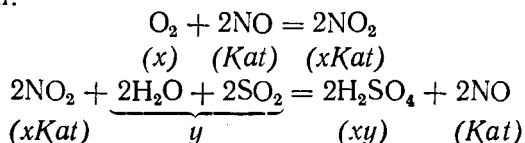


Ажралиб чиққан катализатор x модда билан яна реакцияга киришиб, оралиқ модда ҳосил қилади ва бу модда y модда билан яна реакцияга киришади ва ҳоказо. Бинобарин, катализаторнинг ҳар бир заррачаси реакцияда жуда кўп марта қатнашади. Шу сабабли оз миқдордаги катализатор ҳам реакцияга киришувчи моддаларнинг жуда кўп миқдорига таъсир кўрсатади, аммо реакция тугагач, ўзи химиявий жиҳатдан ўзгармай қолади.

Сульфит ангидриднинг ҳаво кислороди билан азот (II) - оксид иштирокида оксидланиши гомоген катализга мисол бўла олади:



Бу реакция жуда секин боради. Лекин азот (II) - оксид иштирокида бу реакция анча тезлашади ва унда қуйидаги процесслар содир бўлади:



Бу реакцияда катализатор — азот (II) - оксид ўзгармай қолганлиги тенгламадан кўриниб турибди.

Гетероген катализда ўзаро таъсир этувчи моддалар катализатор сиртида реакцияга киришади.

Реакцияга киришувчи моддалар молекулалари катализатор сиртида алоҳида нуқталарга адсорбцияланади. Катализаторнинг актив марказлари деб аталадиган бу нуқталарда адсорбцияланган молекулалар таркибидаги атомлараро боғланишлар бўшиб, натижада охирги маҳсулот ҳосил бўлиши тезлашади. Масалан, бир молекула азот ва уч молекула водороддан икки молекула аммиак ҳосил бўлиш реакциясида азот молекуласидаги $\text{N} \equiv \text{N}$ боғ ҳамда водороднинг учта молекуласидаги $\text{H} - \text{H}$ боғ узилади, бунинг учун кўп энергия сарф бўлади. Азот молекуласи N_2 даги узилган ҳар бир боғ катализатор атомлари ҳисобига тўйинади: $\text{N} - \text{Kat}$ боғ ҳосил бўлиб, у дарҳол, боғ узилишида сарф бўлган энергияни бир оз қоплайди. Водород молекулаларида ҳам шундай ҳодиса кузатилади. Натижада дастлабки молекулалардаги ҳамма боғ узилиб энергия анча кам сарф бўлади, яъни катализатор процессни осонлаштиради. $\text{N} - \text{Kat}$ боғлар N_2 ҳамда H_2 нинг дастлабки молекулаларидаги боғланишга нисбатан бўш, шунинг учун улар осон узилиб $\text{N} - \text{H}$ боғларга (аммиак ҳосил бўлишида) алмашинади. Бунда NH_3 ҳосил бўлиш энергияси чиқади, катализатор эса эркин ҳолда ажралиб, яна реакцияда қатнашади. Химияда катализаторларнинг аҳамияти катта. Ишлаб чиқаришдаги химиявий процессларнинг кўпи катализаторлар иштирокида боради.

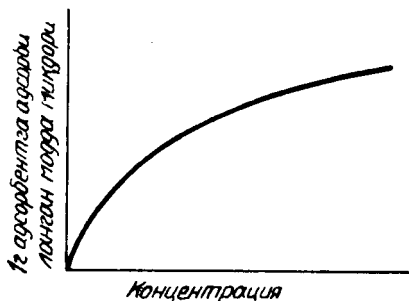
Катализда, кўпинча, *промоторлар* деб аталадиган моддалар катта роль ўйнайди. Бундай моддалар катализаторнинг активлигини оширади. Масалан, азот ва водороддан аммиак ишлаб чиқаришда катализатор — темирнинг активлиги калий оксид, алюминий оксид ва баъзан кальций оксид қўшилганда анча ортади. Демак, бу реакцияда калий, алюминий ва кальций оксидлар промоторлардир. Саноатда SO_2 ни оксидлаб SO_3 га айлантиришда катализатор V_2O_5 га ишқорий металлларнинг оксидлари қўшилганда катализатор активлашади. Бунда ишқорий металлларнинг оксидлари промоторлик ролини бажаради.

5-§. Адсорбция. Турли моддаларнинг қаттиқ модда ёки суюқлик юзасида тўпланиш ҳодисаси *адсорбция* деб аталади. Гетероген катализда реакцияга киришувчи моддалар молекулаларининг катализаторга адсорбцияланиши жуда муҳим роль ўйнайди. Газ, буғ, суюқлик, эриган моддалар ва бошқа моддалар адсорбцияланади. Адсорбцияловчи моддалар *адсорбент* деб аталади. Қаттиқ моддалар энг яхши адсорбентлардир.

Модданинг ички қаватларидаги заррачалар бир-бири билан ҳамма йўналишларда боғланган, шунинг учун улар орасидаги тортишиш кучлари бир-бирини мувозанатга келтириб туради. Ташқи қаватини ҳосил қилувчи заррачалар эса бошқача шароитда бўлади. Бу заррачаларда модданинг ички қаватларига ва шу модда сиртига йўналган тортишиш кучларигина мувозанатлашади. Лекин заррачага ташқи томондан тортишув кучи таъсир этмайди. Демак, ташқи қаватда жойлашган заррачаларда молекулаларнинг тортишиш кучлари мувозанатлашмагани учун уларда маълум миқдор энергия запаси бўлади. Бу энергия *сирт энергияси* дейилади. Шу энергия ҳисобига газ ва эриган модда молекулалари адсорбент юзасига тортилади.

Адсорбцияда адсорбент юзаси адсорбцияланувчи модда молекулалари билан секин-аста тўлиб боради; дастлаб юзанинг анча актив қисми, кейин эса бутун юза тўлади. Юза тўлгач, молекулалар иккинчи, учинчи ва ҳоказо қатлам ҳосил қилиши мумкин. Шунинг учун адсорбция *мономолекуляр* ва *полимолекуляр* адсорбцияларга бўлинади.

Юзанинг адсорбцияланувчи модда билан бутунлай қопланганлигидан далолат берувчи тўйиниш ҳодисаси адсорбция процессига хос ҳодисадир. Адсорбцияланувчи модда миқдорининг шу модда концентрациясига боғлиқлиги 16-расмда эгри чизиқ билан кўрсатилган бўлиб, у *адсорбция изотермаси* дейилади.



16- расм. Адсорбция изотермаси.

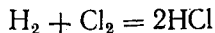
Адсорбция қайтар процессдир, яъни адсорбент юзасидан адсорбиланган молекулаларнинг бир қисми ажралиб чиқади ва қайтадан ташқи муҳитга ўтади. Бу ҳодиса *десорбция* дейилади. Вақт ўтиши билан адсорбцион мувозанат қарор топади, бунда вақт бирлиги ичида нечта молекула адсорбцияланса, шунча молекула десорбцияланади.

Олинган адсорбентнинг маълум миқдори билан адсорбцияланадиган модда миқдори газ ёки эриган модда табиатига ҳамда адсорбция бораётган шароитга боғлиқ.

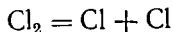
Адсорбция процессида иссиқлик ажралиб чиқади. Десорбция процессида иссиқлик ютилади. Шунинг учун, Ле-Шателье принцига мувофиқ, температура кўтарилиши билан адсорбцияланган модда миқдори камаяди; температура пасайганда аксинча, адсорбция кучаяди. Модданинг адсорбцияланиш хусусияти адсорбент юзасининг катта-кичиклигига ҳам боғлиқ; адсорбент юзаси қанча катта бўлса, айти шароитда шунча кўп модда ютилади. Масалан, пистакўмир ғовак бўлганлиги сабабли унинг юзаси катта, шунинг учун унинг адсорбциялаш хусусияти кучли.

Адсорбциядан техниканинг турли соҳаларида кенг фойдаланилади. Масалан, адсорбция ҳодисасидан спиртни сивуха мойларидан, шакарни унга сарғиш ранг берадиган қўшимчалардан тозалашда, нефть саноатида табиий газлардан бензинни тутиб қолишда фойдаланилади.

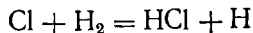
6-§. Занжирий реакциялар. Химиявий реакциялар икки хил—оддий ва мураккаб бўлади. Оддий реакция биргина босқичда содир бўлади. Мураккаб реакцияларнинг бир неча тури бор. Занжирий реакциялар мураккаб реакцияларнинг бир туридир. Барча реакциялар молекуляр ва занжирий механизм билан боради. Молекуляр механизм билан борадиган реакцияларда моддалар ўзаро бевосита таъсир этиб, реакцияга киришади. Занжирий реакцияларнинг бориши учун дастлаб реакцияни бошлаб юборадиган актив марказларнинг ҳосил бўлиши шарт. Занжирий реакцияларнинг боришини HCl ҳосил бўлиш реакцияси мисолида кўриб чиқамиз:



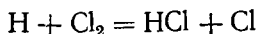
Бу реакцияда дастлаб нур таъсирида ёки кучли қиздириш натижасида хлор молекуласи хлор атомларига ажралади:



Хлор атоми (Cl) актив марказ бўлиб, реакцияни бошлаб юборади:



Бунда ажралиб чиққан водород атоми (H) ҳам актив марказдир, водороднинг бу атоми Cl_2 билан реакцияга киришиб актив хлор атоми ҳосил қилади:



Демак, реакция қуйидагича боради:

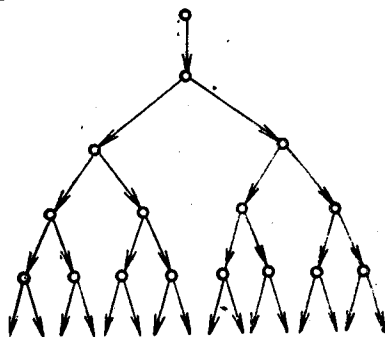


Шундай қилиб, реакция занжир кўринишида давом этади, (а) реакция натижасида актив марказ ҳосил бўлади. Шу сабабли, бу реакция занжир пайдо бўлиш реакцияси (бошлама реакция) дейилади. (б), (в), (г) реакциялар занжирнинг звеноси ҳисобланади. Звеноларнинг сони занжир узунлиги дейилади. Битта Cl актив марказ занжирнинг узунлиги 100000 тага, яъни 100 000 та молекула HCl ҳосил бўлишига олиб бориши мумкин.

Тармоқланган занжирда реакция давомида актив марказлар сони кўпайиб боради. Натижада реакция борган сари тезлашади ва оқибат, кўпинча, портлаш билан тугайди. 17-расмда тармоқланган занжир реакциясининг бориш схемаси кўрсатилган.

Ёниш, портлаш, ўсимлик ва ҳайвонот оламида содир бўладиган биохимиявий процесслар ана шундай занжирий механизм билан боради.

Занжирий реакциялар, айниқса, тармоқланган занжирий реакциялар назариясини машҳур совет олим Нобель мукофоти ва СССР давлат мукофоти лауреати академик Н. Н. Семёнов яратди. Н. Н. Семёнов ва унинг шогирдлари занжирий реакциялар назариясини яратиш билан бир қаторда, унинг амалий аҳамиятини ҳам бойитдилар.



17-расм. Тармоқланган занжирий реакциянинг бориш схемаси.

XVI б о б

ЭРИТМАЛАР

1-§. Дисперс системалар. Моддалар табиатда тоза ҳолда камдан-кам учрайди. Кўпинча улар бир-бири билан ҳар хил система ҳосил қилади. Агар маълум миқдордаги бирор модда массасида иккинчи бир модда заррачалар ҳолида тарқалган бўлса, бундай система *дисперс система* дейиладди. Дисперс системадаги тарқоқ модда *дисперс фаза*, дисперс фаза тарқалган модда эса *дисперс муҳит* деб аталади.

Дисперс системалар суспензия ва эмульсияларга бўлинади.

Эмульсиялар табиат ва техникада жуда кўп тарқалган¹. Сут ҳам эмульсиядир, лекин у барқарор эмульсия эмас. Сут узоқ вақт турса, ёғ томчилари сут устига чиқиб, қаймоқ ҳосил қилади: эмульсия икки қаватга ажралиб қолади. Кўпчилик нефтлар жуда барқарор эмульсиялардир. Ўрта Осиёдаги баъзи конлардан чиқадиган нефтларда 50% га қадар сув бўлади, нефть тиндириб қўйилганда ва, ҳатто, узоқ вақт қиздирилганда ҳам ундаги сув ажралиб чиқмайди. Лойқа сув суспензияга мисол бўла олади. Дарё сувлари денгизларга жуда кўп миқдорда ҳар хил қаттиқ моддаларни оқизиб келади, бу оқизинди жинслар дарё мансабларида саёзликлар ва янги қуруқ ерлар ҳосил қилади. Графит билан сувдан иборат суспензия машиналарга суртилади ва ҳоказо. Дисперс системаларга металлларнинг қотишмалари ҳам мисол бўла олади.

Дисперс системаларнинг барқарорлиги, асосан, дисперс фаза заррачаларининг катта-кичиклигига боғлиқ. Дисперс фазанинг дисперслик (майдалик) даражаси қанча юқори бўлса, яъни заррачаларнинг ўлчами қанча кичик бўлса, дисперс система шунча барқарор бўлади. Жуда майда заррачаларнинг ўлчамлари, одатда, микрон (μ) ва миллимикрон ($m\mu$) билан ифодаланади:

$$1\mu = 10^{-3} \text{ мм} = 10^{-4} \text{ см}$$

$$1m\mu = 10^{-6} \text{ мм} = 10^{-7} \text{ см}$$

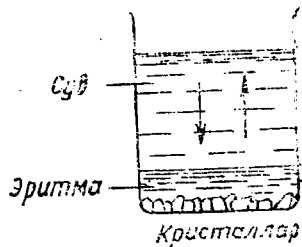
Айни муҳитда тарқалган (муаллақ) заррачаларнинг ўлчамларига кўра дисперс системалар бир неча гурппага бўлинади. Дарга дисперс системаларда дисперс фаза заррачаларини лупа ёки микроскоп остида кўриш мумкин: уларнинг ўлчамлари 0,1 μ дан катта бўлади; бундай система муаллақ заррачали система дейилади. Агар системада заррачаларнинг ўлчами молекулалар ўлчамига яқин, яъни 1 $m\mu$ дан кичик бўлса, бундай системалар *молекуляр ёки чин эритмалар* дейилади. Заррачаларининг ўлчами 1 $m\mu$ дан 0,1 μ гача бўлган системалар *коллоид эритмалар* деб аталади.

Моддалар майдаланганда хоссалари ўзгаради. Масалан, кўмир, қанд ёки буғдой доналари химиявий жиҳатдан анча барқарор моддалардир. Лекин бу моддалар жуда майда кукун ҳолида беқарор ва портловчи бўлиб қолади. Модда майдаланганда химиявий активлигининг ортишига сабаб шуки, модданинг сирти майдалаш натижасида катталашади. Масалан, қирраси 1 см бўлган кубнинг сирти 6 см^2 га тенг, агар бу куб қирраси 0,01 μ кубчаларга бўлинса, ҳосил бўлган жуда кўп (10^{27} та) заррачанинг умумий сирти 600 000 м^2 бўлади. Жуда майда заррачаларнинг бошқа модда молекулалари билан тўқнашадиган сирти фоят катта бўлганлиги учун улар орасидаги химиявий реакциялар кучли

¹ Суюқ дисперс фаза ва суюқ дисперсион муҳитдан иборат дисперс система эмульсия, қаттиқ дисперс фаза ва суюқ дисперсион муҳитдан иборат дисперс система эса суспензия деб аталади.

даражада тезлашади. Кўпинча, ишлаб чиқаришда бу ҳолда процессларни тезлатиш мақсадида фойдаланилади.

Коллоид эритмалар ёки қисқача айтганда, коллоидлар муаллақ система билан чин эритмалар орасидаги ҳолатни эгаллайди: улар баъзи хусусиятларига кўра муаллақ системага, баъзиларига кўра чин эритмаларга ўхшайди.



18- расм. Қаттиқ жисмнинг сувда эриш процесси.

2- §. Сувдаги эритмалар. Қаттиқ, суюқ ва газ ҳолатидаги кўп моддаларнинг, масалан, кислород, спирт, туз, қанд ва бошқаларнинг сувда эриши маълум. Сувдаги эритмаларда сув муҳит вазифасини ўтайди ва у *эритувчи* дейилади; эриган моддалар эса *эрувчи модда* деб аталади. Эриган модда жуда майда бўлиб, суюқлик ичида шу қадар текис тақсимланадики, эритма бир жинсли — *гомоген системадан* иборат бўлади. Қаттиқ моддаларнинг сувда эриш процессида модда молекулалари сув молекулалари орасига тақсимланади ва эритувчининг барча массасига тарқалади. Қаттиқ жисмнинг суюқликда эриш процессининг схемаси 18- расмда кўрсатилган.

Моддаларнинг эришида кузатиладиган асосий ҳодисаларни аниқлашда рус олимларининг илмий текширишлари катта роль ўйнади. Турли моддаларнинг эрувчанлиги билан температура орасидаги аниқ миқдорий боғланишларни биринчи бўлиб Ломоносов аниқлаган.

Д. И. Менделеев эритмаларнинг физикавий хоссалари эритманинг таркибига қараб ўзгаришини текшириб, эритувчи билан эриган модда орасида аниқ таркибли беқарор бирикмалар ҳосил бўлади, деган хулосага келди; шунга асосланиб, у эритмаларнинг гидратлар назариясини яратди. Эритмалар назариясини янада тараққий эттиришда Д. П. Коновалов, Н. А. Меншуткин, Н. А. Шиллов ва бошқа олимларнинг илмий текширишлари катта роль ўйнади.

Эндиликда, эритманинг химиявий бирикма билан механикавий аралашма орасидаги ҳолатини эгаллашни аниқланди. Бирикма таркиби ва хоссаларининг аниқлиги билан эритмадан фарқ қилади, эритма компонентларининг текис ва тўлиқ аралашганлиги жиҳатидан аралашмадан фарқ қилади. Баъзан эритмалар химиявий бирикмаларга яқинроқ бўлади. Масалан, аммоний нитрат сувда эриганда иссиқлик ютилади; сульфат кислота эриганда иссиқлик ажралади; яъни бундай ҳолларда химиявий реакция белгилари кузатилади. Шундай эритмаларни текшириш натижасида эрувчи модда эритувчи молекулалари билан аниқ ва ўзгарувчан таркибли бирикмалар ҳосил қилиниши маълум бўлди, бу бирикмалар гидратлар жумласига киради. Баъзан эриган модда

билан сув орасидаги боғланиш шу қадар кучли бўладики, ҳатто, сув бўғлатилганда ҳам сувнинг бир қисми кристалл таркибида қаттиқ тутилиб қолади, кристаллар ҳосил бўлишида уларнинг таркибига кирувчи сув *кристаллизация суви* дейилади. Таркибида сув бўладиган кристалл моддалар *кристаллгидратлар* деб аталади.

Глаубер тузи $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; кристалик содда $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; мис купороси $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ кристаллгидратларга мисол бўла олади. Моддалар сувда эриганда ўзига хос қонуниятлар кузатилади. Снмоб ва сув ҳар қандай шароитда ҳам бир-бири билан аралашмайди — булар ўзаро аралашмайдиган суюқликлардир. Аксинча, спирт билан сув ҳар қандай оғирлик нисбатда ҳам аралашаверади. Бир-бирида фақат маълум миқдорда эрийдиган суюқликлар оралиқ ҳолатни эгаллайди, сув билан эфир бунга мисол бўла олади. Сувга эфир қўшиб чайқатилганда, суюқлик икки қават бўлиб қолади, бу қаватларнинг ҳар бири бир суюқликнинг иккинчи суюқликдаги эритмасидан: 20° да устки қават 97% эфир ва 3% сувдан, пастки қават эса 93% сув ва 7% эфирдан иборат. Бунга қуйидаги далиллар асосида ишонч ҳосил қилиш мумкин; агар устки қаватдаги эритма алоҳида идишда иситилса, эфир буги ажралиб чиқади; натрий метали тоза эфирга ташланса, водород ажралиб чиқмайди, лекин сувнинг эфирдаги эритмасидан натрий метали водородни сиқиб чиқаради.

Газларнинг сувда эрувчанлиги турлича бўлади. Масалан, 20°C да 100 ҳажм сувда 3 ҳажм кислород ва 2 ҳажм водород эригани ҳолда, айни шароитда 1 ҳажм сувда эрийдиган аммиак ёки водород хлорид миқдори неча юз ҳажмга етади.

Температура кўтарилиши билан газларнинг эрувчанлиги камайди. Сувни қайнатиб унда эриган газларни бутунлай чиқариб юбориш мумкин. Газларнинг эрувчанлиги босимга ҳам боғлиқ.

Газларнинг суюқликда эрувчанлиги газ босимига пропорционалдир; газлар аралашмаси эритилганда ҳар қайси газнинг эрувчанлиги айни газнинг парциал босимига пропорционал равишда ўзгаради. Агар стакандаги сувга оз-оздан ош тузи NaCl қўшиб, аралаштириб турилса, ош тузи маълум миқдоргача эрийди; 20°C да 100 г сувда 35,9 г ош тузи эрийди. Айни температурада бундан ортиқ ош тузи эримайди.

Эрувчи моддадан айни шароитда эритмага яна қўшилганда у эриса бундай эритма *тўйинмаган эритма* дейилади; агар эритмага яна қўшилганда эрувчи модда бошқа эримай қоладиган бўлса, бу эритма *тўйинган эритма* дейилади.

Тўйинган эритмаларда эриш процесси гўё бутунлай тўхтаб қолгандек туюлади. Аслида эса бундай эмас. Эриш процесси давом этаверади, лекин шу билан бир вақтда, тескари процесс — модданинг эритмадан чўкмага ўтиш процесси ҳам содир бўлади. Натижада, динамик мувозанат қарор топади; бу системада икки-та қарама-қарши процесс — тузнинг эриш ва унинг эритмадан чўкиш процесси бир хил тезлик билан боради. Ана шундай дина-

мик мувозанат ҳолатини қуйидаги схема тарзида кўрсатиш мумкин:

қаттиқ модда $\rightleftharpoons$ эриган модда

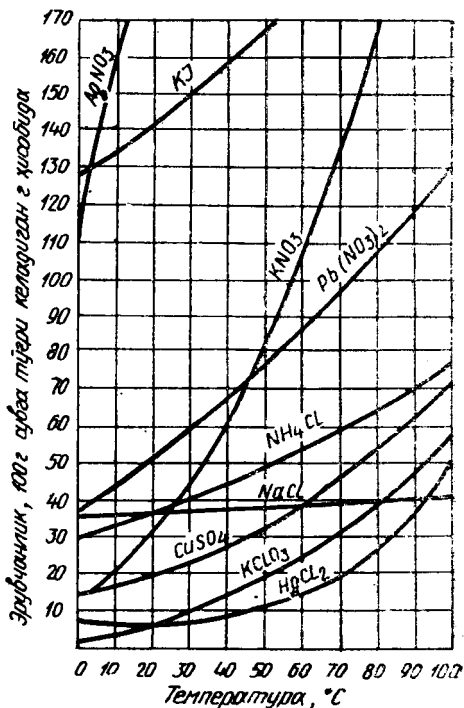
Ҳар хил тузларнинг эритмани тўйинтириш чегараси, биринчи навбатда, тузнинг химиявий табиатига боғлиқ. Мутлақо эримайдиган тузлар бўлмайди, лекин баъзи тузлар, масалан, барий сульфат (BaSO_4), кальций карбонат (CaCO_3) амалда эримайди. Қўпчилик тузлар анча яхши эрийди.

Моддаларнинг эрувчанлигини 100 г дистилланган сувда аини температурада эрий оладиган модданинг грамм ҳисобидаги миқдори билан ифодалаш қабул қилинган.

Одатда, тузларнинг эрувчанлиги кўпинча температура кўтарилганда ортади. Эрувчанлигининг температурага қараб ўзгаришини эрувчанлик эгри чизиқлари ёрдамида кўрсатиш мумкин.

19-расмда баъзи тузларнинг сувда эрувчанлик эгри чизиқлари берилган. Бу диаграммада абсциссалар ўқига эритманинг температураси, ординаталар ўқига эса тузнинг эрувчанлиги қўйилган. Калий нитрат KNO_3 нинг эрувчанлиги температура кўтарилиши билан кескин ортиши, ош тузи NaCl нинг эрувчанлиги температура кўтарилиши билан кам ўзгариши диаграммадан кўриниб турибди. Натрий сульфат Na_2SO_4 нинг эрувчанлиги эса температура ортиши билан аввал ($32,5^\circ$ гача) ортади, сўнгра пасая боради. Чунки натрий сульфатнинг эрувчанлик эгри чизигининг иккала қисми аслида икки хил тузга оид. Дастлаб, сувга натрий сульфат солинганда, молекуласи таркибида ўн молекула сув бўлган $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ туз (кристаллгидрат) эритмаси ҳосил бўлади; лекин бу туз фақат маълум температурагача ($32,5^\circ$ гача) сақлана олади. Бундан сўнг, у туз таркибида дегидратланиш (сувсизланиш) процесси бориб, натижада сувсиз натрий сульфат Na_2SO_4 эритмаси ҳосил бўлади. Бу тузнинг эрувчанлиги эса температура ортганда пасаяди.

Тузларнинг эрувчанлиги температурага боғлиқлиги-



19-расм. Тузларнинг эрувчанлик эгри чизиқлари.

дан лабораторияда ва сопоатда тузларни қайта кристаллаш йўли билан тозалаш ва бир-биридан ажратишда кенг қўламда фойдаланилади. Масалан, учта туз — магний сульфат, калий сульфат ва натрий сульфатнинг юқори температурада тўйинган эритмаси секин-аста совитилганда ҳар қайси туз, ўз эрувчанлигига кўра, эритмада бирич-кетин чўка бошлайди.

Баъзи тузлар эритмасида тўйиниш чегарасидан ҳам ортиқ миқдордаги тузни эритиш мумкин. Бундай эритмалар *ўтатўйинган* эритмалар дейилади. Ҳаттатўйинган эритма беқарор система бўлиб, бир оз силкитилса ёки унга кичик бир бўлак кристаллча ташланса, эриган модда дарҳол кристаллана бошлайди.

3-§. Эритмаларнинг концентрацияларини ифодалаш усуллари. Эритмаларнинг концентрацияси деганда, шу эритмада эриган модданинг миқдори тушунилади. Эритмаларнинг концентрациялари турли усул билан ифодаланади, ана шулардан энг муҳимларини кўриб чиқамиз.

Эритманинг процент концентрацияси. Эриган модда миқдори эритма оғирлигининг неча процентини ташкил этишини кўрсатувчи миқдор *процент концентрация* дейилади. Масалан, натрий хлориднинг 20% ли эритмасида 80 оғ. қисм сувга 20 оғ. қисм натрий хлорид тўғри келади.

Эритманинг зичлиги. 1 см^3 эритмада эриган модданинг грамм ҳисобидаги миқдори билан ифодаланган катталиқ эритманинг зичлиги дейилади ва $г/см^3$ билан ифодаланади. Эритманинг зичлиги эрувчи ва эритувчи моддаларнинг табиатига, шунингдек, эритманинг концентрациясига боғлиқ. Эритманинг зичлигини процент концентрацияга айлантириш учун махсус жадваллардан фойдаланилади.

Эритманинг моляр концентрацияси (молярлиги). Бир литр эритмада эриган модданинг моллари сони билан ифодаланадиган концентрация *моляр концентрация* дейилади. Масалан, сульфат кислота моляр эритмасининг 1 литрида $1\text{ г-м}=98\text{ г H}_2\text{SO}_4$ бўлади.

Эритманинг моляль концентрацияси (моляллиги). 1000 г эритувчида эриган модданинг моллари сони билан ифодаланган концентрация шу эритманинг *моляль концентрацияси* дейилади. Масалан, глюкоза $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ нинг моляр эритмасида 1000 г сув билан $1\text{ г-м}=180\text{ г}$ глюкоза бўлади.

Эритманинг нормал концентрацияси (нормаллиги). 1 л эритмадаги эриган модданинг грамм-эквивалентлари сони билан ифодаланган концентрация *нормал концентрация* дейилади ва n билан белгиланади. Масалан, 01 n КОН — калий гидроксиднинг децинормал эритмаси.

Эритманинг титри. 1 мл эритмада эриган модданинг $г\text{-экв.}$ г ёки $мг$ билан ифодаланган миқдори шу эритманинг *титри* деб аталади. Титри маълум бўлган эритма *титрланган эритма* дейилади ва T ҳарфи билан белгиланади. Эритманинг титри нор-

мал концентрация билан g -эквиваленти кўпайтмасининг 1000 га бўлинганига тенг:

$$T = \frac{H \cdot g\text{-экв}}{1000}$$

Мисол. Сульфат кислотанинг децинормал эритмасининг mg/ml билан ифодаланган титри ҳисоблаб топилсин.

Ечиш. Сульфат кислота икки асосли. Демак, унинг $g\text{-экв}$: $g\text{-м}$: $2=98:2=49$ g H_2SO_4 бўлади, титри эса:

$$T = \frac{H \cdot g\text{-экв}}{1000} = \frac{0,1 \cdot 49}{1000} = \frac{4,9}{1000} = 0,0049 \text{ } g/ml$$

Маълумки, мураккаб модданинг эквиваленти қуйидагича ҳисоблаб топилади:

а) кислотанинг $g\text{-эквиваленти}$ унинг $g\text{-молекуласининг}$ асослигига нисбатига тенг. Масалан, сульфат кислота учун: $g\text{-экв}:g\text{-м}$: $2=98:2=49$ g H_2SO_4 ; б) Асос (ишқор) нинг $g\text{-эквиваленти}$ унинг $g\text{-молекуласининг}$ ундаги металл валентлигига нисбатига тенг. Масалан, кальций гидроксид учун: $g\text{-экв}=g\text{м}$: $2=74:2=37$ g $Ca(OH)_2$; в) тузнинг $g\text{-эквиваленти}$ унинг $g\text{-молекуласининг}$ ундаги металл атомлари валентликларининг йиғиндисига бўлинганга тенг. Масалан, кальций нитрат учун $g\text{-экв}=g\text{м}$: $2=(40+62 \cdot 2):2=164:2=82$ g $Ca(NO_3)_2$; натрий фосфат учун $g\text{-экв}=g\text{м}$: $3=164:3=54,7$ g Na_3PO_4 .

Нормал эритма таркибида 1 $g\text{-экв}$, децинормал эритмада 0,1 $g\text{-экв}$, сантинормал эритмада 0,01 $g\text{-экв}$, миллинормал эритмада 0,001 $g\text{-экв}$ эриган модда бўлади.

Химиявий тажрибаларда кўпинча нормал эритмалар ишлатилади. Ўзаро таъсир этадиган моддаларнинг оғирлик миқдори уларнинг эквивалентига пропорционал бўлади; шунга кўра, реакция учун моддаларнинг эритмаларидан доимо шундай ҳажмларда олиш керакки, бу эритмаларда моддаларнинг грамм-эквивалент миқдори бир-бирига тенг бўлсин. Равшанки, реакцияга батамом киришувчи моддалар эритмаларининг нормаллиги бир хил бўлса, уларнинг ҳажмлари бир-бирига тенг, нормаллиги ҳар хил бўлса, бу ҳажмлари нормалликларига тескари пропорционал бўлади.

Агар реакцияда сарф бўладиган эритмаларнинг ҳажмларини V_1 ва V_2 билан, нормалликларини C_1 ва C_2 билан белгиласак, бу миқдорлар орасидаги боғланишлар қуйидаги тенгламалар билан ифодаланади:

$$V_1 : V_2 = C_1 : C_2 \quad \text{ёки} \quad V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$$

бундан

$$V_1 = \frac{V_2 \cdot C_2}{C_1} \quad \text{ёки} \quad C_1 = \frac{V_2 \cdot C_2}{V_1}$$

келиб чиқади.

Бу тенгламадан фойдаланиб, эритмаларнинг реакция учун талаб қилинадиган ҳажмларини, ҳажмларидан эса концентрацияларини топиш мумкин. Реакция учун сарф бўлган эритмалар

ҳажмини аниқлашга асосланган метод *ҳажмий анализ* деб аталади. Титрлаш вақтида эритмадаги моддаларнинг ўзаро реакцияси тугаганлигини аниқлаш учун эритмага, одатда, озроқ *индикатор* қўшилади, бу модда эритмадаги бирор модданинг ортиқчаси тугаб, унинг ўрнига бошқаси ҳосил бўла бошлагани билан ўз рангини ўзгартиради. Масалан, кислота билан ишқор орасидаги реакцияда лакмус эритмаси индикатор родини ўтайди, кислотали муҳитда кўк лакмус қизаради, ишқорий муҳитда қизил лакмус кўкаради.

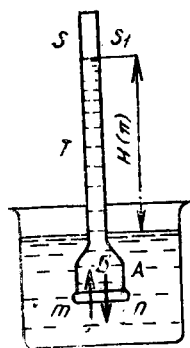
Биобарин, индикаторлар эритманинг муҳитига қараб ўз рангини ўзгартирадиган моддалардир. Булар органик кислота ёки асослар бўлиб, лакмус, фенолфталеин, метилоранж ва бошқалар шулар жумласидандир.

4-§. Осмос ҳодисаси ва осмотик босим. Суюлтирилган эритмаларнинг хоссаларини текшириш натижасида модданинг газ ҳолати билан унинг эритмадаги ҳолати бир-бирига ўхшашлигини аниқланди. Маълумки, газ молекулалари тўхтовсиз ҳаракатда бўлади ва мумкин қадар катта ҳажмни эгаллашга интилади. Худди шунга ўхшаш эриган модда молекулалари ҳам мумкин қадар катта ҳажмни эгаллашга интилади. Газнинг ҳажми идиш ҳажмига тенг бўлади; эриган модда молекулалари тарқала оладиган ҳажм эса эритма ҳажмига барабардир.

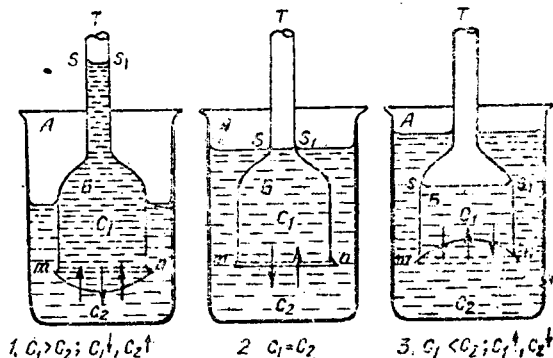
Бирор қаттиқ модданинг концентранган эритмасини цинкирға солиб, унинг устига оҳисталик билан тоза сув қуйилса, бу модда молекулалари сув қаватига ўтиб, суюқликнинг бутун ҳажмига бир текисда тарқалади. Бу ўзаро аралашуви процесси *диффузия* деб аталади; диффузия қаттиқ модда молекулаларининг концентрацияси суюқликнинг ҳамма қаватларида бир хил бўлгунча давом этади.

Қаттиқ модда ва сув молекулалари суюқликнинг бутун ҳажмин бўйлаб бир текисда тарқалиши иккала қаватда барабар бўлгунча давом этади ёки сув молекулалари қаттиқ модда молекулалари билан бир текисда аралашиб кетгунча юқори қаватдан пастки қаватга ўтади; иккала ҳолда ҳам натижа бир хил бўлади. Аслида концентрация иккала йўл билан ҳам тенглашади.

Энди, сув ва қаттиқ модда эритмаси ярим ўтказувчи парда (масалан, пергамент қоғоз, махсус ишлов берилган сопол идиш кабилар)— ғовак тўсиқ билан бир-биридан ажратилган бўлиб, бу тўсиқдан сув молекулалари бемалол ўтади, аммо қаттиқ модда молекулалари ўта олмайди, деб фараз қилайлик. Туби ана шундай ярим ўтказгич парда (mn) билан қопланган идиш (B) га қанд эритмаси қуйилган. Бу идиш стакан (A) даги тоза сувга туширилса қанд молекулалари стакандаги сувга ўта олмайди, лекин сув молекулалари стакандан эритмага ўта бошлайди. Натижада эритма турган идишга бириктирилган (T) най орқали суюқлик SS_1 нуқтагача кўтарилиб, H баландликда тўхтайдиган ва най ичида гидростатик босим ҳосил бўлади (20-расм). Бу пайтда ярим ўт-



20- расм.



21- расм.

казгич парда орқали иккала томонга ўтаётган сув молекулаларининг миқдори тенглашади ва мувозанат қарор топади. Эритувчининг ярим ўтказгич парда орқали ўз-ўзида эритмага ўтиш ҳодисаси *осмос* дейилади. Эриган модда заррачалари ярим ўтказгич парда орқали ўта олмаганлиги сабабли унга урилиб кўрсатадиган босими *осмотик босим* деб аталади. Бу босим таъсирида ярим ўтказгич парда йиртилиб кетиши ҳам мумкин, чунки эритма етарли даражада концентрланган бўлиб, ярим ўтказгич парда унча бақувват бўлмаса бу вақтда вужудга келадиган осмотик босим бир неча ўн, ҳатто юз атмосферага етиши мумкин.

Агар тажриба учун икки хил концентрацияли эритма олиб, улар ўзаро ярим ўтказгич парда орқали бирлаштирилса, суюқлик (эритувчи) концентрацияси кичик (эритувчиси кўпроқ) эритмадан концентрланган (эритувчиси камроқ) эритма томон ўта бошлайди ва иккала эритманинг концентрацияси тенглашиши билан осмос ҳодисаси тўхтайдиган, яъни бу пайтда ярим ўтказгич парда орқали суюқликнинг иккала томонга ўтиш тезлиги тенглашади ва динамик мувозанат қарор топади (21- расм, 1, 2 ва 3). Концентрацияси юқори бўлган эритманинг осмотик босими катта бўлади (21- расм, 1) бундай эритмалар *гипертоник эритмалар* деб аталади. Концентрацияси ўзаро тенг бўлган эритмаларнинг осмотик босимлари ҳам тенг бўлади (21- расм, 2), бундай эритмалар *изотоник эритмалар* дейилади. Концентрацияси кичик бўлган эритмаларнинг осмотик босими кам бўлади (21- расм, 3) ва *гипотоник эритмалар* деб аталади.

Осмос ҳодисаси ҳайвон ва ўсимликлар ҳаётида муҳим роль ўйнайди. Ҳужайра қобиғи сувни осон ўтказиб, ҳужайра суюқлигида эриган моддаларни деярли бутунлай ўтказмайдиган пардадир. Сув ҳужайрага ўтгач, унда анча катта босим вужудга келадиган; бу босим ҳужайра қобиғини бир оз тортиб, уни таранг тутиб туради. Ўсимликларнинг юмшоқ органлари, масалан, ўт пояла-

ри, барглари муайян эластикликка эга бўлишининг сабаби ҳам ана шу. Агар ўсимлик кесилса, ҳужайра қобиғи орқали сувнинг буғланиб кетиши натижасида ҳужайра ширасининг ҳажми камаяди. Ҳужайра қобиғи бўшашади, бужмаяди ва натижада ўсимлик сўлийтилади. Лекин сўллий бошлаган ўсимлик сувга солинса, осмос ҳодисаси бошланиб, ҳужайралар қобиғи таранглашади ва ўсимлик тирилади.

Осмос ўсимлик поясида сувнинг юқори кўтарилишини, ҳужайраларнинг ривожланишини таъминлайди.

Осмотик босим қийматини аниқ ўлчаш натижасида қуйидаги икки қоида келиб чиқади:

1. Эритманинг осмотик босими эриган модда концентрациясига тўғри пропорционал.

2. Осмотик босим эритманинг абсолют температурасига пропорционал.

Бу қоидалар билан Бойл—Мариотт ва Гей-Люссакнинг газларга оид қонуни орасида тўла ўхшашлик борлигига асосланиб, 1884 йилда голландиялик физик-химик Вант-Гофф эритманинг осмотик босимиغا Д. И. Менделеев — Клапейрон тенгламасини татбиқ этиш мумкинлигини аниқлади. Топилган қийматлардан фойдаланиб, суюлтирилган эритмалардаги осмотик босим қийматини газнинг ҳолат тенгламасига ўхшайдиган қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкинлигини кўрсатди:

$$PV = RT$$

бунда P — осмотик босим, V — таркибида 1 *г-моль* эриган модда бўлган эритманинг ҳажми, R — ўзгармас миқдор (бу миқдор газнинг ҳолат тенгламасида қандай сон қийматига эга бўлса, бунда ҳам шундай сон қийматига эга — 0,082 л атм/град). Бундан Авагадро қонунини суюлтирилган эритмаларга ҳам татбиқ этиш мумкин, деган хулоса келиб чиқади. Ҳақиқатан ҳам, тажриба кўрсатишича, турли моддаларнинг эквимолекуляр (яъни бир литрдаги молекулалари сони тенг бўлган) эритмалари бир хил температурада бир хил осмотик босимга эга. Масалан, 22,4 л да 1 *моль* модда эриган эритмалар 0°C да 1 атм га тенг осмотик босимга эга бўлади.

Шундай қилиб, осмотик босим газ босими сингари, ўзгармас ҳажм ва ўзгармас температурада эриган модда молекулаларининг сонигагина боғлиқ.

Юқоридаги тенгламадаги V ҳажм ўрнига 1 литрдаги мольлар сони билан ифодаланган C концентрацияни қўйсак ($V=1/C$), у ҳолда осмотик босимни ҳисоблаш учун қуйидаги бирмунча қулай тенглама ҳосил бўлади. Газлар билан эритмалар орасидаги ўх-

$$P = C \cdot R \cdot T \quad (1)$$

шашлик Вант-Гоффнинг қуйидаги қонунида ифодаланган: *эритманинг осмотик босими эриган модда айнаи температурада газ*

ҳолатида бўлиб, эритма ҳажмига тенг ҳажмни эгаллаганда кўрсата оладиган босимга тенг.

Вант-Гофф қонуни фақат электролит бўлмаган моддаларнинг суюлтирилган эритмаларигагина татбиқ этилиши мумкин. Концентранланган эритмалар ва электролит моддаларнинг эритмалари бу қонундан бирмунча четга чиқади.

Эритманинг моляр концентрацияси билан осмотик босими бир-бирига боғлиқ бўлгани учун газга айланмайдиган, лекин бирор эритувчида қўпгина моддаларнинг молекуляр массасини осмотик босим қиймати асосида ҳисоблаб топиш, аксинча, эритманинг моляр концентрацияси маълум бўлса, осмотик босимини ҳисоблаб топиш мумкин. Ҳисоблаш вақтида 1 литрида 1 моль эриган модда бўлган эритманинг осмотик босимини 22,4 атм. га тенг деб қабул қилиш мумкин.

5- §. Электролитмас моддалар суюлтирилган эритмаларининг буғ босими. Ҳар қандай суюқлик айни температурада маълум қийматдаги буғ босимига эга бўлади ва бу буғ суюқликнинг ўзи билан мувозанатда туради. Температура кўтарилиши билан буғнинг босими ортиб боради. Бирор модда эритувчида эриганда эритувчининг буғланиши қийинлашади, эритманинг буғ босими эритувчининг тўйинган буғи босимидан ҳамма вақт паст бўлади. Эритманинг концентрацияси қанча катта бўлса, шу эритма буғи босимининг пасайиши ҳам шунча катта бўлади. Қуйида сув билан сульфат кислотанинг сувдаги турли концентрацияли эритмаларининг турли температуралардаги буғ босимлари келтирилган.

6- жадвал

	Буғ босими, мм симоб устуни				
	0°C	10°C	20 C	30°C	35°C
Сув	4,58	9,21	17,54	31,82	42,18
Сульфат кислотанинг сувдаги эритмалари					
20 % ли	4,15	8,1	15,4	28,0	37,2
40 % ли	3,5	5,1	9,8	18,1	24,2
60 % ли	2,71	1,5	2,8	5,4	7,4
80 % ли	0,02	0,04	0,1	0,2	0,3

Сувсиз (одатда 98% ли) сульфат кислотанинг босими деярли нолга тенг бўлади, шунинг учун у атрофдаги ҳаводан сув буғини осон ютади; унинг бу хусусиятидан эксикаторда моддаларни қуритишда фойдаланилади.

Француз олими Рауль 1886 йилда суюқликларнинг буғ босими ҳақида қуйидаги қонунни кашф этди: *электролитмас модда*

эритмаси устидаги эритувчи буғи босимининг нисбий пасайиши модда табиатига боғлиқ бўлмай, балки эриган модданинг моляр концентрациясига боғлиқдир. Бу қонуннинг математикавий ифодаси қуйидагича:

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n}{N + n} \quad (2)$$

бу ерда P_0 — соф эритувчи буғининг босими; P — эритма буғининг босими; n — эритилган электролитмас модданинг моллар сони; N — эритувчининг моллар сони.

Суюлтирилган эритмаларда электролитмас модда молларининг сони n эритувчи моллари сони N га қараганда анча кичик бўлганлигидан $N + n$ ни N деб олиш мумкин. Бунда юқоридаги тенглама қуйидагича ёзилади:

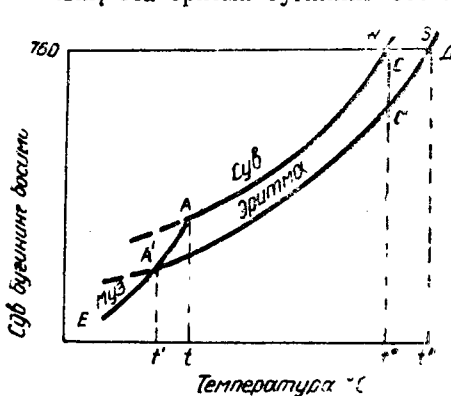
$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n}{N} \quad (3)$$

Рауль қонуни бу тенглама асосида қуйидагича таърифланади: *эритувчи буғи босимининг нисбий пасайиши эриган модданинг моллар сонига тўғри пропорционалдир.*

Эритма буғи босимининг қиймати унинг музлаш ва қайнаш температураларига катта таъсир кўрсатади. Музлаш температураси деганда суюқликдан қаттиқ фаза (бизнинг мисолимизда сувдан муз) ажралиб чиқа бошлайдиган температураси тушунилади.

Криоскопия ва эбулиоскопия. Химияда эритманинг музлаш шартларини ўрганувчи бўлим криоскопия деб, қайнаш шартларини ўрганувчи бўлим эса эбулиоскопия деб аталади.

Ҳар қандай суюқлик буғи босими қаттиқ фазанинг буғи босими-га тенглашганда музлай бошлайди. 22-расмда соф эритувчи билан эритма буғ босимларининг температурага қараб ўзгариши тасвирланган. Расмда AW эгри чизиқ соф эритувчи буғининг босими, $A'S$ эгри чизиқ эса эритма буғининг босими ўзгаришини кўрсатади.



22- расм. Температуранинг ўзгариши билан муз ва сув буғи босимларининг ўзгариши.

Рауль қонунига мувофиқ, эритма буғининг босими ($A'S$) турли температураларда соф эритувчи буғининг босими (AW) га қараганда бирмунча пастда жойлашади. 22-расмда муз буғи босимининг эгри чизиғи (EA) ҳам кўрсатилган. Расмдаги A нуқтада соф сув билан муз мувозанатда туради, чунки улар буғларининг босими ўзаро тенг. A нуқта AW эгри чизиқ билан EA эгри чизиқ кесишув нуқтаси бўлиб, t га тўғри келади; бу нуқта (температура) сувнинг

музлаш нуқтасидир. Эритма буғининг босими 0°C да соф сувникидан анча паст бўлади. Фақат 0°C дан паст (t') температурадагина эритманинг буғи босими музнинг буғи босимига тенглашади (расмдаги A' нуқта), бу нуқта AS' ва EA эгри чизиқларнинг кесишув нуқтасидир. Бу нуқтадаги температура маълум концентрацияга эга бўлган эритманинг музлаш нуқтаси бўлади. Шундай қилиб, эритмалар ҳамма вақт соф эритувчига нисбатан бирмунча паст температурада музлайди. Масалан, 100 мл сувда 10 г ош тузи эритилишидан ҳосил бўлган эритма — 13°C да музлайди, денгиз суви — $2,5^{\circ}\text{C}$ да музлайди ва ҳоказо.

Эритма музлаш температурасининг пасайиши $\Delta t_{\text{муз}}$ билан белгиланади. Рауль қонунига мувофиқ $\Delta t_{\text{муз}}$ эритманинг моляль концентрациясига пропорционал бўлиб, модданинг табиатига боғлиқ эмас:

$$\Delta t_{\text{муз}} = K \cdot C \quad (4)$$

бу ерда K — пропорционаллик коэффиценти; C — эритманинг моляль концентрацияси.

Суюқлик буғининг босими ташқи босимга барабарлашганда қайнай бошлайди. Тоza сув 100°C да қайнайди, чунки бу температурада сув буғининг босими ташқи атмосфера босимига тенглашади; буни 23-расмдан кўриш мумкин (AW эгри чизиқдаги C нуқта). Эритма буғининг босими эса шу температурада атмосфера босимидан пастда жойлашади ($A'S$ эгри чизиқдаги C' нуқта). Эритмани қайнатиш учун температурани кўтариш йўли билан унинг буғ босимини атмосфера босимига тенглаштириш керак ($A'S$ эгри чизиқдаги D нуқта), бу эса 100°C дан юқори температурада (t'' да) мавжуд бўлади ($t'' > 100^{\circ}\text{C}$).

Шундай қилиб, эритма эритувчидан кўра юқори температурада қайнайди. Масалан, H_2SO_4 нинг 40 % ли эритмаси 114°C да, NaCl нинг тўйинган эритмаси $108,8^{\circ}\text{C}$ да қайнайди ва ҳоказо.

Раулниң тажрибали ишлари натижасида қуйидагилар аниқланди: 1. Эритмалар музлаш температураларининг пасайиши ($\Delta t_{\text{муз}}$) ёки қайнаш температурасининг кўтарилиши ($\Delta t_{\text{к}}$) эритманинг моляль концентрациясига тўғри пропорционал бўлади. Бу қонуннинг математикавий ифодаси қуйидагича ёзилади:

$$\Delta t = K \cdot C \quad (5)$$

бу ерда C — эритманинг моляль концентрацияси; K — криоскопик ёки эбулиоскопик константа.

1000 г эритувчида 1 моль электролитмас модда эришидан ҳосил бўлган эритма музлаш температурасининг пасайишини кўрсатувчи сон ҳар бир эритувчи учун ўзгармас сон бўлиб, *криоскопик константа* деб аталади ва $K_{\text{кр}}$ билан белгиланади, шу эритма қайнаш температурасининг кўтарилишини кўрсатувчи сон эса *эбулиоскопик константа* дейилади ва $K_{\text{эб}}$ билан белгиланади.

Масалан, 1000 г 1 моль электролитмас моддалар (шакар, глюкоза, глицерин, мочеви́на ва бошқалар) эришидан ҳосил бўлган эритма — $1,86^{\circ}\text{C}$ да музлайди ва $100,52^{\circ}\text{C}$ да қайнайди. Бундан

сувнинг криоскопик константаси $K_{кр} = 0 - (-1.86) = 1,86$ эканлиги ва эбулиоскопик константаси $K_{эб} = 100,52 - 100 = 0,52$ эканлиги келиб чиқади.

2. Эквимолекуляр (бир хил концентрацияли) эритмаларнинг музлаш температураларининг пасайиши ва қайнаш температураларининг кўтарилиши бир хил бўлади. (5) тенгламадаги C ўрнига эриган модда массаси m нинг молекуляр массаси M га нисбатини ёзиш мумкин:

$$\Delta t = K \cdot \frac{m}{M} \quad (6)$$

бу ерда $m = 1$ л (1000 мл) эритмадаги эриган модданинг массаси, исталган l миқдор эритувчида эриган модданинг миқдори $\frac{m \cdot l}{M \cdot 1000}$ бўлганлигидан, (6) тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\Delta t = \frac{1000 \cdot m \cdot K}{M \cdot l} \quad (7)$$

(7) тенгламадан фойдаланиб, эритманинг музлаш температураси пасайишини тажрибада аниқлаш йўли билан эриган модданинг молекуляр массасини қуйидаги формуладан ҳисоблаб топиш мумкин:

$$M = \frac{K \cdot 1000 \cdot m}{\Delta t \cdot l} \quad (8)$$

Эриган моддаларнинг молекуляр массасини эритмаларнинг музлаш температураси асосида топиш усули *криоскопия* деб, қайнаш температураси асосида топиш *эбулиоскопия* деб аталади.

6-§. Электролитик диссоциация назарияси. Электролитмас моддаларнинг эритмалари Вант-Гофф ва Рауль қонунларига бўйсунмади. Электролитларнинг (кислота, асос ва тузларнинг) эритмалари эса бу қонунга бўйсунмайди. Электролитлар эритмаларининг тажрибада топилган осмотик босимлари Вант-Гофф қонунига мувофиқ ҳисоблаб топилган осмотик босимдан ҳамма вақт ортиқ бўлади. Вант-Гофф қонунини бу хил эритмаларга татбиқ этиш учун унинг математикавий ифодаси $P = CRT$ ни қуйидагича ёзиш керак:

$$P = iCRT$$

Бу ерда i — изотоник коэффициент. Бу коэффициент доимо 1 дан ортиқ бўлиб, эритманинг тажрибада кузатилган осмотик босими $\Delta P'$ нинг, музлаш температурасининг тажрибада кузатилган пасайиши $\Delta t'_{муз}$ ни ва қайнаш температурасининг кўтарилиши $\Delta t'_{қай}$ ни Вант-Гофф ва Рауль қонунларига асосан ҳисоблаб чиқилган қийматларидан i марта катталигини кўрсатади:

$$i = \frac{\Delta P'}{P} = \frac{\Delta t'_{муз}}{\Delta t_{муз}} = \frac{\Delta t'_{қай}}{\Delta t_{қай}} \quad (9)$$

Криоскопик ва эбулиоскопик усуллар билан ҳисобланган молекуляр масса ҳақиқий молекуляр массадан i марта кичик бўлади. Булар эритманинг концентрацияси i марта ортаётганини кўрсатади.

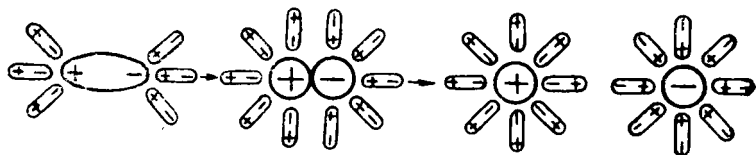
Осмотик босими юқори бўлган эритмаларда эритилган молекулалари янада майдароқ заррачаларга парчаланади, деб ўйлаш табиийдир. Аммо осмотик босим эритилган модданинг огирлиги миқдорига боғлиқ бўлмасдан, эритманинг ҳажм бирлигидаги заррачалари сонигагина боғлиқ бўлганидан, заррачаларнинг сони кўпайгани сари осмотик босим ҳам ортади. Бу фикрни дастлаб 1887 йилда швед олими Аррениус майдонга ташлади ва бу фикр кислота, асос ва тузларнинг сувдаги эритмалари хоссаларини изоҳлаб берувчи назарияга асос бўлди. С. Аррениус назариясига мувофиқ, электролитлар эритмада қарама-қарши ишорали электр заряди билан зарядланган заррачаларга — ионларга диссоциланиши (электролитик диссоциланиш назарияси).

Мусбат зарядланган заррачалар *катионлар* деб, манфий зарядланган заррачалар эса *анионлар* деб аталади.

Диссоциланиш натижасида эритмаларда заррачалар сони ортади. Электролит эритмаларининг Вант-Гофф ва Рауль қонуниларидан четга чиқишига сабаб, асосан, ана шу.

И. А. Каблукков назариясига биноан, электролитларнинг диссоциланишига асосий сабаб уларнинг сольватланишидир. Буни биз NaCl нинг сувдаги эритмаси мисолида тушунтириб ўтамиз. Ош тузи бир-бирига тортилиб турувчи Na^+ ва Cl^- ионларидан таркиб топган. Лекин ҳар қайси ион ўз ҳолича ҳаракат қилмайди. Шу сабабдан ош тузи кристали электр токини ўтказмайди. Ош тузи сувда эритилганда сув молекулалари Na^+ ва Cl^- ионларини мусбат ва манфий қутблари билан қўшаб олади (23- расм). Натижада сув диполлари билан Na^+ ва Cl^- ионлари орасида тортишув (ионо-диполь боғланиш) вужудга келади. Бу боғланиш таъсирида ош тузи ионлари орасидаги тортишув кучсизланади ва улар орасидаги боғланиш узилиб, гидратланган сув молекулалари билан бириккан ҳолда Na^+ ва Cl^- ионлари бир-биридан ажралади. Шундай қилиб, молекулада тайёр ионлар бўлса, улар эритувчи таъсирида бир-биридан ажралиб кетади.

Ионлар эритмада доимо сольватланган (ёки гидратланган) ҳолда бўлади. Гидратланмаган ва гидратланган ионларнинг хоссалари тур-



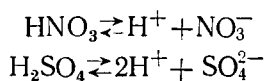
23- расм. Ош тузи NaCl нинг диссоциланиш схемаси: *ўнгда*—гидратланган ионлар схемаси.

лича бўлади. Масалан, гидратланмаган Cu^{2+} ион (масалан, CuSO_4 да) оқ тусли, гидратланган Cu^{2+} (мис купороси $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ да) эса кўк туслидир.

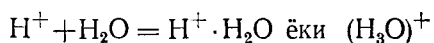
Диссоциланиш эндотермик процессдир. Диссоциланиш процессининг бориши учун сарфланадиган энергиянинг ўрни сольватланиш (гидратланиш) процессида ажралиб чиққан энергия ҳисобига тўлади.

Диссоциланиш процесси сувдан бошқа эритувчиларда ҳам содир бўлади. Эритувчиларнинг диссоциланиш хусусияти уларнинг қутбилигига, диэлектрик константасига ҳамда водород боғланиш ҳосил қила олишига боғлиқ.

7-§. Кислота, асос ва тузларнинг диссоциланиши. Кислота-лар водород иони билан кислота қолдиғи ионига диссоциланади:



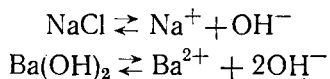
Ҳосил бўлган водород иони дарҳол эритувчи (сув) билан гидратланган ҳолда бўлади:



Лекин шунга қарамасдан, қулай бўлиши учун тенгламада $(\text{H}_3\text{O})^+$ ўрнига H^+ ёзилади.

Электродитик диссоциация назарияси нуқтаи назаридан олганда, диссоциланганда водород иони ҳосил қиладиган модда *кислота* деб аталади.

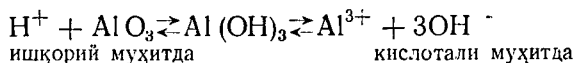
Асослар металл ва гидроксил ионларига диссоциланади:



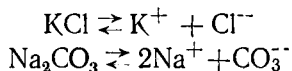
Электродитик диссоциация назарияси нуқтаи назаридан қараганда, диссоциланганда гидроксил иони ҳосил қиладиган модда *асос* деб аталади.

Кислоталарнинг кислота хоссалари H^+ ионлари мавжудлиги туфайли, асосларнинг асос хоссалари OH^- ионлари туфайли келиб чиқади.

Амфотер гидроксидлар ишқорий муҳитда кислотадек, кислотали муҳитда ишқордек диссоциланади.



Тузлар металл ва кислота қолдиғига диссоциланади:



8-§. Диссоциланиш даражаси. Барча электродитлар диссоциланиш хусусияти жиҳатидан икки группага — кучли ва куч-

сиз электролитларга бўлинади. Ҳар қандай концентрацияда тўла диссоциланувчи электролитлар *кучли электролитлар* дейилади. Бундай электролитларга, масалан, хлорид, нитрат ва сульфат кислоталар, натрий, барий ва кальций гидроксидлар, шунингдек, кўпчилик тузлар киради. Эритмада қисман диссоциланувчи электролитлар *кучсиз электролитлар* деб аталади. Сирка кислота, карбонат кислота, кўпчилик органик кислоталар, аммоний гидроксид, ёмон эрийдиган асослар кучсиз электролитлар жумласига киради.

Кучсиз электролитларнинг қанчалик диссоциланиши уларнинг диссоциланиш даражаси билан баҳоланади. Диссоциланган молекулалар (ёки моллар) сонининг эриган модда молекулалари (ёки моллари) сонига нисбати айни электролитнинг *диссоциланиш даражаси* деб аталади ва α ҳарфи билан белгилади, % ҳисобида ифодаланади:

$$\alpha = \frac{\text{ионларга диссоциланган молекулалар (моллар)} \cdot 100\%}{\text{эриган модда молекулалари (моллари) сони}}$$

Масалан, аммоний гидроксид NH_4OH нинг 0,1 М эритмасида унинг атиги 0,00134 молигина диссоциланади, демак:

$$\alpha = \frac{0,00134}{0,1} \cdot 100\% = 1,34 \%$$

α нинг қиймати электролитнинг табиатига, эритманинг концентрациясига, температурага ва эритувчининг табиатига боғлиқ.

α нинг қийматини эритмалар музлаш температурасининг пасайиши, қайнаш температурасининг кўтарилиши, осмотик босимининг ортиши, тўйинган буғ босимининг пасайиши, эритмаларнинг электр ўтказувчанлиги каби хоссаларидан фойдаланиб аниқлаш мумкин.

Масалан, эритманинг моляр концентрацияси C , диссоциланиш даражаси α , битта молекула диссоциланганда ҳосил бўладиган ионлар сони n бўлсин. Бунда, диссоциланган молекулаларнинг моляр концентрацияси $C\alpha$ га, диссоциланиш натижасида ҳосил бўлган ионларнинг моляр концентрацияси $Cn\alpha$ га, диссоциланмаган молекулаларнинг моляр концентрацияси $C - C\alpha$ га тенг бўлади. Демак, эритмада эриган модда заррачаларининг моляр концентрацияси $[Cn\alpha + (C - C\alpha)]$ га тенг.

Эриган модда диссоциланмаганда эритманинг концентрацияси $[Cn\alpha + (C - C\alpha)]$ га барабар, демак, диссоциланиш натижасида концентрация:

$$i = \frac{Cn\alpha + (C - C\alpha)}{C}$$

марта ортади. Шундай қилиб, изотоник коэффициент (ёки Вант-Гофф коэффициенти) i электролит эритмасидаги заррачалар (диссоциланмаган молекулалар ва ионлар) концентрациясининг эриган модда-

нинг моляр концентрациясидан неча марта катта эканлигини кўрсатади. Бинобарин,

$$i = \frac{C\alpha n + (C - C\alpha)}{C} = \frac{C[\alpha n + (1 - \alpha)]}{C} = \alpha n + (1 - \alpha)$$

ёки

$$i - 1 = \alpha n - \alpha = \alpha(n - 1)$$

бундан

$$\alpha = \frac{i - 1}{n - 1} \quad (10)$$

бўлади. Демак, i нинг қиймати орқали α нинг қийматини топиш мумкин. i нинг қиймати эса эритманинг осмотик босимини, музлаш температурасини ёки қайнаш температурасини ўлчаб йўли билан топилади:

$$i = \frac{P'}{P} = \frac{\Delta t'_m}{\Delta t_m} = \frac{\Delta t'_k}{\Delta t_k} \quad (11)$$

бу ерда P , Δt_m , Δt_k — Вант-Гофф (ёки Рауль) қонунига биноан (модда электролитмас деб фарз қилинганда) ҳисобланган осмотик босим, музлаш температурасининг пасайиши, қайнаш температурасининг кўтарилиши.

9- §. Электр ўтказувчанлик. Электролитик диссоциланиш даражаси кўпинча, электр ўтказувчанлик ёрдами билан аниқланади. Аррениуснинг электролитик диссоциланиш назарияси электролитларнинг электр ўтказиш сабабини тушунтириб берди. Электролит эритмаларида электрни ионлар ташийди. Шу сабабли электр ўтказувчанлик эритмадаги ионларнинг сонига (концентрациясига), уларнинг ҳаракат тезлиги ва зарядига боғлиқдир.

Солиштирма ва эквивалент электр ўтказувчанликдан кўпроқ фойдаланилади. Солиштирма электр ўтказувчанлик (λ_c) 1 мл эритманинг электр ўтказувчанлигидир. Эквивалент электр ўтказувчанлик ($\lambda_э$) — таркибида бир *г-экв* модда эриган эритманинг электр ўтказувчанлиги. Бу икки хил электр ўтказувчанлик бир-бири билан қуйидагича боғланган:

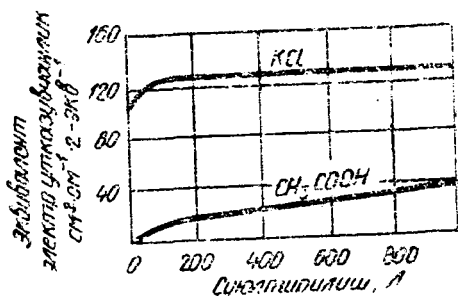
$$\lambda_э = \frac{\lambda_c}{C} = \lambda_c \cdot v \quad (12)$$

бу ерда C — нормал концентрация; $v = 1/C$ — эритманинг суюлтириш даражаси (1 *г-экв* моддага эга эритманинг ҳажми).

Эритманинг электр ўтказувчанлиги ионлар сонига пропорционал эканлиги юқорида айтиб ўтилган эди. Масалан, бир *моль/л* электролит эритмасининг диссоциланиш даражаси бирор концентрацияда α бўлсин. Бунда ионларнинг концентрацияси ҳам α/l га тенг ва α га $\lambda_э$ пропорционал бўлади.

Эритма суюлтирилган сари эквивалент электр ўтказувчанлик маълум қийматгача ортиб бориб, сўнгра ўзгармай қолади (24-расм).

Эквивалент электр ўтказувчанликнинг бу максимал қиймати чексиз суюлтирилгандаги эквивалент электр ўтказувчанлик ёки чексиз



24-расм. Эритма суюлтирилганда эквивалент электр ўтказувчанликнинг ўзгариши.

электр ўтказувчанлик дейилади ва λ_{∞} ҳарфи билан белгиланади. Эритма тўла диссоциланганда ($\alpha = 1$) унинг эквивалент ўтказувчанлиги чексиз суюлтиришдаги қийматга тенг бўлади.

Маълум электролит эритмасидаги ионлар сони $N = C\alpha$ бўлади, (бу ерда C — эритманинг концентрацияси, α — диссоциланиш даражаси). Масалан, эритмада 100 та молекула бор, деб фараз қилайлик. Агар $\alpha = 1$ бўлса, $N = C \cdot \alpha = 100 \cdot 1 = 100$ бўлади, демак, бу ҳолдаги электр ўтказувчанлик (λ_{∞}) 100 бирликка тенг. Агар $\alpha = 0,8$ бўлса, $N = C \cdot \alpha = 100 \cdot 0,8 = 80$ бўлади. Демак, бунда эквивалент электр ўтказувчанлик (λ_{∞}) 80 бирликка тенг бўлади. Агар λ_2 ни λ_{∞} га бўлсак, α нинг қиймати чиқади, демак:

$$\alpha = \frac{\lambda_2}{\lambda_{\infty}} \quad (13)$$

Шундай қилиб, маълум концентрациядаги эритмада электролитнинг диссоциланиш даражаси шу концентрациядаги электролит эквивалент электр ўтказувчанлигининг чексиз суюлтирилгандаги электр ўтказувчанлигига бўлинганига тенг. (Бу Аррениус тенгламасидир.)

Кучли ва кучсиз электролитлар. Турли электролитларнинг тенг концентрацияли эритмаларида диссоциланиш даражалари турлича бўлади. Демак, турли электролитларнинг диссоциланиш хусусияти ҳар хил бўлади.

Яхши диссоциланувчи электролитлар кучли электролитлар, ёмон диссоциланувчи электролитлар эса кучсиз электролитлар бўлади. Диссоциланиш даражаси 0,1 н. эритмада 30% дан ортиқ электролитлар кучли электролитларга, диссоциланиш даражаси 2 дан 30% гача бўлган электролитлар ўртача кучли элек-

тролитларга, диссоциланиш даражаси 2% дан кичик бўлган электролитлар эса кучсиз электролитларга киради.

Қислота ва асослар орасида ўртача кучли ва кучсиз электролитлари бор, аммо тузларнинг деярли ҳаммаси кучли электролитлардир, улар орасида кучсиз электролитлар жуда кам.

7-жадвалда баъзи электролитларнинг диссоциланиш даражалари келтирилган.

7-жадвал

Электролитлар (0,1 н. эритмалари)	18°С даги диссоциланиш даражаси, %	Электролитлар (0,1 н. эритмалари)	18°С даги диссоциланиш даражаси, %
Қислоталар		Асослар	
HF	8,50	NaOH	91,00
HCl	92,00	KOH	91,00
HBr	92,00	Ba(OH) ₂	77,00
HJ	92,00	NH ₄ OH	1,30
HNO ₃	92,00		
H ₂ SO ₃	34,00	Тузлар	
H ₂ SO ₄	58,00	NaCl	84,00
H ₂ S	0,07	KCl	86,00
H ₃ PO ₄	27,00	NH ₄ Cl	85,00
H ₂ CO ₃	0,17		
HCN ₃ CO ₂	1,30		
H ₃ BO ₃	0,01		

Кучсиз электролитларнинг электр ўтказувчанлиги жуда паст. Улар ҳатто жуда суюлтирилган эритмаларда ҳам оз диссоциланиди, эритмада улар молекула ҳолида бўлади. Кучли электролитлар ион боғланишли кучли қутбий моддалардир. Уларнинг кўпчилиги қаттиқ ҳолатдаёқ ионлардан иборат бўлиб, эриганда тўғридан-тўғри ион ҳолида эритмага ўтади. Кучли электролитлар суюлтирилган эритмаларда бутунлай деярли диссоциланган бўлади. Оптикий ва спектрал текширишлар уларнинг эритмаларида молекулалар бўлмаслигини кўрсатди.

Шундай қилиб, кучли электролитларнинг суюлтирилган эритмаларидаги диссоциланиш даражаси 100 процент бўлади. Улар концентранган эритмаларида ҳам фақат ионлардан иборат бўлади. Аммо эритманинг концентрацияси ортиши билан диссоциланиш даражаси камаёди. Бундай диссоциланиш даражаси *шартли диссоциланиш даражаси* дейилади. Кучли электролитлар эритмаларининг концентрацияси ортган сари ионлар ўзаро яқинлашади, уларнинг орилиқлари қисқаради ва ҳар бир ион қарама-қарши зарядли ионлар билан ўралади, уларнинг ўзаро таъсири кучайиб, эркин ҳолати сусаяди. Кучли электролитлар эритмаларининг электр ўтказувчанлиги пасаяди, чунки баъзи ионлар қуршовдан чиқиб кетолмайди ва электродга етолмайди.

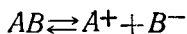
Ҳозирги замон назарияси, Арреннус тасаввурларига қарама-қарши ўлароқ, кучли электролитлар амалий жиҳатдан тўла диссоциланади, деб эътироф қилади. Шу муносабат билан баъзан кучли электролитларнинг диссоциланиш даражаси деганда уларнинг шартли, яъни тажрибада топиладиган диссоциланиш даражаси тушунилади.

10- §. Ионларнинг активлиги. Шартли диссоциланиш даражаси ионларнинг активлигини кўрсатади, кучли электролит эритмаси суюлтирилган сари унинг активлиги ортади, яъни шартли диссоциланиш даражаси ҳақиқий диссоциланиш даражасига яқинлашиб боради, бинобарин, актив концентрация (активлик) ҳақиқий концентрациядан кичик бўлади. Ҳақиқий концентрацияни C билан, актив концентрацияни эса a билан белгиласак:

$$a = f \cdot C \quad (14)$$

бўлади, бу ерда f — пропорционаллик коэффиценти, бу коэффицент a нинг C дан қанча кичиклигини кўрсатади ва *активлик коэффиценти* деб аталади. Актив концентрация ҳақиқий концентрацияга яқинлашган сари f бирга яқинлашиб боради. f бирга тенг бўлганда барча ионлар актив бўлади. Идеал эритмаларда (заррачалар орасида ўзаро таъсир бўлмаганда) $f = 1$ ва $a = C$ бўлади. Демак, f нинг қиймати маълум эритманинг идеал эритмадан қанча узоқ эканлигини миқдорий жиҳатдан ифода қилади.

11- §. Диссоциланиш константаси. Электролитик диссоциланиш процесси қайтар процесс бўлганлигидан, у массалар таъсири қонунига бўйсунди. Демак, бу реакцияларнинг (процессларнинг) мувозанат константалари ҳам юқорида баён этилган бошқа қайтар реакциялар константаси чиқарилган йўл билан чиқарилади. Масалан, AB молекуласи A^+ ва B^- ионларга қуйидагича диссоциланади:



Бу электролитнинг мувозанат константаси:

$$K = \frac{[A^+] \cdot [B^-]}{[AB]} \quad (15)$$

Мувозанат константаси *диссоциланиш константаси* деб аталади ва электролитнинг ионларга ажралиш даражасини характерлайди. Юқоридаги тенгламадан кўриниб турибдики, K қанча катта бўлса, мувозанат вақтида ионлар концентрацияси шунча юқори бўлади.

Диссоциланиш константаси билан диссоциланиш даражаси орасида аниқ боғланиш бор. Агар иккита ионга диссоциланидиган электролитнинг моляр концентрацияси C билан, унинг ани эритмадаги диссоциланиш даражаси α билан белгиланса, у вақтда, ионлардан ҳар бирининг концентрацияси C_α , диссоциланмаган молеку-

лалар концентрацияси эса $C(1 - \alpha)$ бўлади. Бундай шароитда диссоциланиш константаси қуйидагича ёзилади:

$$\frac{(C_{\alpha})^2}{C(1-\alpha)} = K$$

ёки

$$K = \frac{\alpha^2}{1-\alpha} \cdot C \quad (16)$$

Бу тенглама Оствальднинг *суялтириш қонунини* ифодалайди ва диссоциланиш константаси маълум бўлган электролитнинг ҳар хил концентрациядаги диссоциланиш даражасини топишга имкон беради. Бирор концентрациядаги диссоциланиш даражаси аниқлангандан кейин диссоциланиш константасини ҳисоблаб чиқиш қийин бўлмайди. Диссоциланмаган молекулалар концентрацияси бир литрдаги грамм-ионлар билан ифодаланади. *Айни ионнинг углерод бирлигида ифодаланган оғирлигига сон-жиҳатидан тенг бўлган грамм миқдори грамм-ион* деб аталади. Масалан, Cl^- нинг грамм-иони 35,5 г га, OH^- нинг грамм-иони 17 г га тенг ва ҳоказо.

Агар жуда кичик (0,05 дан кичик) бўлса, 1 га нисбатан α ни ҳисобга олмаслик ҳам мумкин, бу ҳолда $1 - \alpha = \alpha$ бўлади ва (16) тенглама қуйидагича ёзилади:

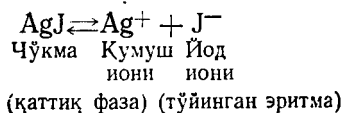
$$K = C \cdot \alpha^2$$

бундан

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{K \cdot V}.$$

Демак, кучсиз электролитларда α концентрацияга тескари пропорционалдир.

12- §. Эрувчанлик кўпайтмаси. Тўйинган эритмада эриган модда *чўкма* билан мувозанатда бўлади. Электролит эритмага ион ҳолида ўтади. Шу сабабли электролитларнинг тўйинган эритмаларида *чўкма* эритмадаги ионлар билан мувозанатда бўлади. Масалан, AgJ нинг тўйинган эритмасида қуйидаги мувозанат қарор топади:



Бу реакциянинг мувозанат константаси қуйидагича (система гетероген бўлганлигидан, константага қаттиқ модданинг концентрацияси кирмайди):

$$K = \frac{[\text{Ag}^+] \cdot [\text{J}^-]}{[\text{AgJ}]} \quad (17)$$

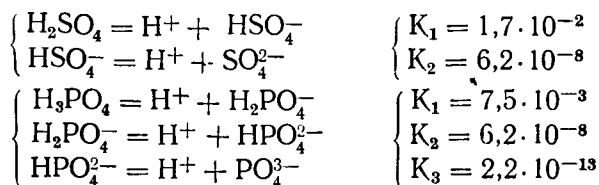
Шундай қилиб, ёмон эрийдиган электролитларнинг тўйинган эритмаларида ионлар концентрацияларининг кўпайтмаси маълум температурада ўзгармас миқдордир. Бу кўпайтма маълум электролитнинг-

гина эрувчанлигини характерлайди. шунинг учун у электролитнинг эрувчанлик кўпайтмаси дейилади ва ЭК билан белгиланади:

$$\text{ЭК} = [\text{Ag}^+][\text{J}^-] \quad (18)$$

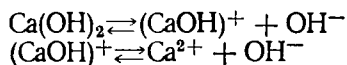
Масалан, 25°C да AgJ нинг эрувчанлик кўпайтмаси $1,5 \cdot 10^{-16}$ га тенг. Эритмада Ag^+ ва J^- ионлар концентрацияларининг кўпайтмаси $1,5 \cdot 10^{-16}$ га етгунча эриш давом этаверади. Агар улар концентрацияларининг кўпайтмаси $1,5 \cdot 10^{-16}$ дан ортиқ бўлса, эриган AgJ чўкмага туша бошлайди. Демак, эрувчанлик кўпайтмаси қанча катта бўлса, электролит шунча яхши эрийди. Масалан, AgJ нинг мувозанат ҳолатдаги тўйинган эритмаси бор, деб фараз қилайлик. Эритмага NaJ қўшилса, эритмада J^- ионларининг концентрацияси ортади (NaJ ҳам диссоциланиб, J^- иони ҳосил қилади). Натижада Ag^+ ва J^- ионлар концентрацияларининг кўпайтмаси $1,5 \cdot 10^{-16}$ дан ошиб кетади, шу сабабли, Ле-Шателье принципига биноан, бир қисм AgJ эритмадан чўкмага ўтади.

13-§. Босқичли диссоциланиш. Кўп асосли кислоталар, кўп кислотали асослар, нордон тузлар ва гидрокситузлар бирин-кетин (босқичли) диссоциланади. Нормал тузлар эса бирданига диссоциланади. Қуйида бирикмаларнинг босқичли диссоциланиши ва уларнинг диссоциланиш константалари қиймати келтирилган:

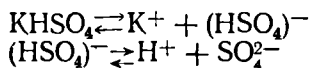


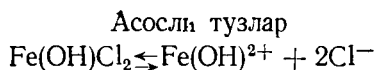
Демак, диссоциланишнинг сўнгги босқичларидаги мувозанат константаси олдинги босқичларидаги мувозанат константасидан анча кичик бўлади. Нейтрал молекула зарядланган молекула (ион) га қараганда осон диссоциланади. Охирги диссоциланишлар кўп энергия талаб қилади ва, баъзан, бу босқичларда турли характердаги боғлар узилади. Шу сабабли эритмада кислоталик (H концентрацияси), асосан, биринчи босқич диссоциланиш натижасида мавжуд бўлади. Эритмада бир вақтнинг ўзида бир неча хил кислота қолдиги иони бўлади. Масалан, H_2SO_4 эритмасида HSO_4^- , SO_4^{2-} ионлар, H_3PO_4 эритмасида H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} ионлар бўлади.

Асослар



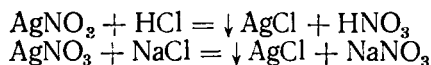
Нордон тузлар



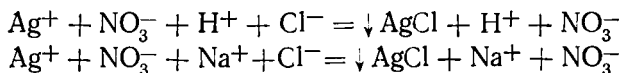


14- §. Электродитлар эритмалари орасида борадиган ионлар алмашиниш реакциялари. Электродитлар эритмаларида реакциялар эриган модданинг ионлари орасида боради. Эритмадаги моддалар ўзаро таъсир этиб, қийин эрийдиган ёки кам диссоциланадиган, ёхуд осон учувчан моддалар ҳосил қила олгандагина реакция охиригача боради. Масалан:

1. Чўкма ҳосил қиладиган реакциялар:
 AgNO_3 билан HCl ёхуд унинг тузи эритмаси орасида борадиган реакциялар:

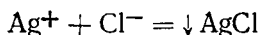


Иккала ҳолда ҳам сувда деярли эримайдиган оқ чўкма — кумуш хлорид ҳосил бўлади, эритмада AgCl дан бошқа барча моддалар ионлар ҳолида бўлади:

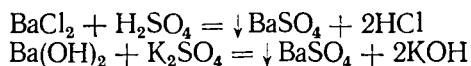


Бу реакцияларнинг моҳияти шундаки, эритмадаги Ag^+ ионлар Cl^- ионлар билан ўзаро таъсир этиб, AgCl чўкмасини ҳосил қилади H^+ , Na^+ ва NO_3^- ионлари ушбу алмашиниш реакцияларида ўзгармайди, шунинг учун тенглама тузишда уларни кўрсатмаса ҳам бўлади.

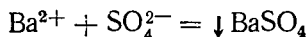
Юқорида кўриб ўтилган процессларни қуйидаги битта умумий ва қисқа тенглама билан ифодалаш мумкин:



қуйидаги реакцияларда Ba^{2+} ионлар SO_4^{2-} ионлар билан бирикади

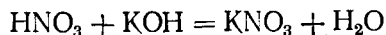


Натижада BaSO_4 чўкмаси ҳосил бўлади. Иккала реакцияни қуйидаги битта умумий ва қисқа тенглама билан кўрсатиш мумкин:

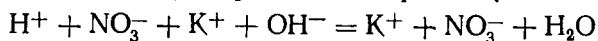


Электродитлар эритмаларида содир бўладиган реакцияларнинг моҳиятини кўрсатиб берувчи бундай қисқартирилган тенгламалар ионли тенгламалар деб аталади. Қийин эрувчан бирикмалар, кам диссоциланадиган электродитлар ҳамда осон учувчан ва газ ҳолатидаги моддалар ионли тенгламаларда ҳамма вақт молекула ҳолида ёзилади.

2. Кам диссоциланадиган модда ҳосил бўладиган реакциялар:



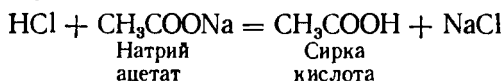
Эритмада сувдан бошқа барча моддалар ион ҳолида бўлади:



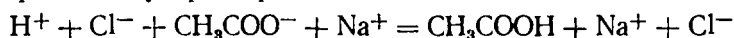
Реакцияда иштирок этмайдиган ионларни ҳисобга олмаганда қуйидаги ионли тенглама ҳосил бўлади:



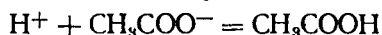
Кучли кислоталар билан кучсиз кислота тузлари орасида борадиган реакцияларда ҳам кам диссоциланадиган модда ҳосил бўлади. Бундай реакциялар кучсиз кислота ҳосил бўлиш томонига боради. Масалан, хлорид кислота билан натрий ацетат орасида борадиган реакция натижасида кучсиз диссоциланадиган сирка кислота ҳосил бўлади:



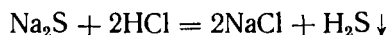
Кучли кислотанинг H^+ ионлари натрий ацетатнинг CH_3COO^- ионлари билан ўзаро бирикади:



Реакцияда иштирок этмайдиган ионларни ҳисобга олмаганда қуйидаги ионий тенгламани ёзиш мумкин:



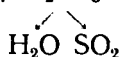
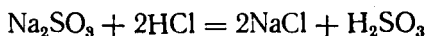
3. Эритмадан газ ҳолида ажралиб чиқадиган модда ҳосил қилувчи реакциялар:



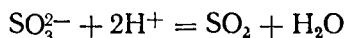
ёки ионли кўринишда:



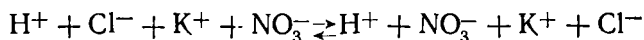
4. Осон парчаланадиган моддалар ҳосил қиладиган реакцияларга сульфит кислота тузлари билан кучли кислота орасидаги реакция мисол бўла олади. Бу реакцияда олтингугурт (IV)-оксид ажралиб чиқади:



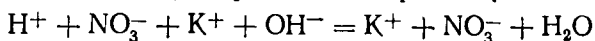
бу реакциянинг ионли тенгламаси қуйидагича ёзилади:—



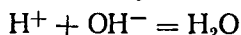
Кучли электролитлар, масалан, калий хлорид ва натрий нитрат аралаштирилганда эритмада яхши диссоциланадиган моддалар ҳосил бўлади. K^+ , Cl^- , Na^+ ҳамда NO_3^- ионлар ўзгармай қолади. Демак, бундай ҳолда ионлар ўзаро химиявий таъсир этмайди:



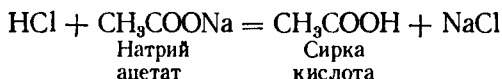
Эритмада сувдан бошқа барча моддалар ион ҳолида бўлади:



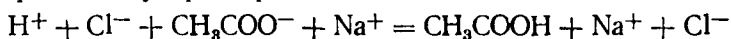
Реакцияда иштирок этмайдиган ионларни ҳисобга олмаганда қуйидаги ионли тенглама ҳосил бўлади:



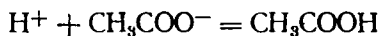
Кучли кислоталар билан кучсиз кислота тузлари орасида борадиган реакцияларда ҳам кам диссоциланадиган модда ҳосил бўлади. Бундай реакциялар кучсиз кислота ҳосил бўлиш томонига боради. Масалан, хлорид кислота билан натрий ацетат орасида борадиган реакция натижасида кучсиз диссоциланадиган сирка кислота ҳосил бўлади:



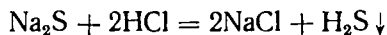
Кучли кислотанинг H^+ ионлари натрий ацетатнинг CH_3COO^- ионлари билан ўзаро бирикади:



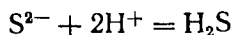
Реакцияда иштирок этмайдиган ионларни ҳисобга олмаганда қуйидаги ионий тенгламани ёзиш мумкин:



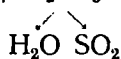
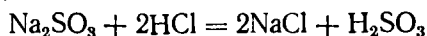
3. Эритмадан газ ҳолида ажралиб чиқадиган модда ҳосил қилувчи реакциялар:



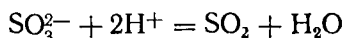
ёки ионли кўринишда:



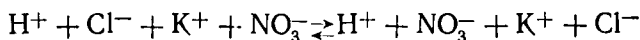
4. Осон парчаланадиган моддалар ҳосил қиладиган реакцияларга сульфит кислота тузлари билан кучли кислота орасидаги реакция мисол бўла олади. Бу реакцияда олтингугурт (IV)-оксид ажралиб чиқади:



бу реакциянинг ионли тенгламаси қуйидагича ёзилади:

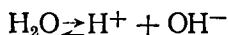


Кучли электролитлар, масалан, калий хлорид ва натрий нитрат аралаштирилганда эритмада яхши диссоциланадиган моддалар ҳосил бўлади. K^+ , Cl^- , Na^+ ҳамда NO_3^- ионлар ўзгармай қолади. Демак, бундай ҳолда ионлар ўзаро химиявий таъсир этмайди:



Ионли тенгламалар тузиш учун қайси тузлар сувда эришини ва қайсилари амалда эримаслигини билиш зарур. Баъзи асос ва тузларнинг сувда эрувчанлиги 3-иловада келтирилган.

15-§. Сувнинг ион кўпайтмаси. Тоза сув жуда кам бўлса-да, электр токини ўтказди. Демак, у жуда кучсиз электролитдир ва оз бўлса ҳам ионларга диссоциланади:



Тоза сувнинг электр ўтказувчанлиги асосида, ундаги водород ионлари билан гидроксил ионларининг концентрациясини ҳисоблаб топиш мумкин. Бу концентрация 10^{-7} г-ион/л га тенг. Сувнинг диссоциланишига массалар таъсири қонунини татбиқ этиб, қуйидаги тенгламани ёзиш мумкин:

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

ёки

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = [\text{H}_2\text{O}] \cdot K \quad (19)$$

Сувнинг диссоциланиш даражаси жуда кичик бўлганлигидан, диссоциланмаган H_2O молекулаларининг концентрациясини сувдагина эмас, балки сув қўшиб суюлтирилган ҳар қандай эритмада ҳам ўзгармас катталиқ деб ҳисоблаш мумкин. Шу сабабли $[\text{H}_2\text{O}] \cdot K$ ни янги константа K_w билан алмаштирсак, қуйидаги тенглама келиб чиқади:

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = K_w \quad (20)$$

20) тенглама водород ва гидроксил ионлари концентрацияларининг кўпайтмаси ўзгармас температурада сув учун ва сув қўшиб суюлтирилган эритмалар учун ўзгармас қиймат эканлигини кўрсатади. Ана шу қиймат *сувнинг ион кўпайтмаси* деб аталади. Тенгламадаги K_w — айни температурада сувдаги H^+ ва OH^- ионларининг концентрацияси кўпайтмаси ўзгармас қиймат эканлигини кўрсатади. K_w нинг қиймати температура ўзгариши билан ўзгаради. K_w қийматидан 22°C да H^+ ва OH^- ионлар концентрацияларининг кўпайтмаси 10^{-14} га тенглигини кўраимиз.

Бундан $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7} \frac{\text{г-ион}}{\text{л}}$ дир. Демак, тоза нейтрал сувда H^+ ионлари концентрацияси $10^{-7} \frac{\text{г-ион}}{\text{л}}$ га, OH^- ионлари концентрацияси ҳам $10^{-7} \frac{\text{г-ион}}{\text{л}}$ га тенг. Кислотали эритмаларда водород ионларининг концентрацияси, ишқорий эритмаларда эса гидроксил ионларининг концентрацияси $10^{-7} \frac{\text{г-ион}}{\text{л}}$ дан катта бўлади. Бироқ, эритма реакцияси қандай бўлишида қатъи назар H^+ ва OH^- ионлари концентрацияларининг кўпайтмаси ўзгармас бўлиб қолаверади. Масалан, тоза сувга водород ионла

ри концентрациясини 10^{-3} гача етказадиган миқдорда **кислота** қўшилса, гидроксил ионларининг концентрацияси камайиб, $[H^+] \cdot [OH^-]$ кўпайтма 10^{-14} га тенг бўлиб қолиши керак. Демак, бундай эритмада гидроксил ионларининг концентрацияси

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11} \text{ га тенг}$$

бўлади. Агар эритмага ишқор қўшиб, гидроксил ионларининг концентрацияси, масалан, 10^{-5} га етказилса, водород ионларининг концентрацияси

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

бўлади.

Бу мисоллардан равшанки, бирор эритмадаги водород ионларининг концентрацияси кўрсатилса, гидроксил ионларининг концентрацияси ҳам аниқланган бўлади. Шу сабабли эритманинг кислотавийлик даражасини ҳам, ишқорийлик даражасини ҳам миқдор жиҳатидан водород ионлари концентрацияси билан харақтерлаш мумкин:

Нейтрал эритма $[H^+] = 10^{-7}$
 Кислотали эритма $[H^+] > 10^{-7}$ (масалан, 10^{-6} , 10^{-5})
 Ишқорий эритма $[H^+] < 10^{-7}$ (масалан, 10^{-8} , 10^{-11})

Эритманинг кислотавийлиги ёки ишқорийлигини янада оддий ва қулайроқ бошқа усул билан ҳам ифодалаш мумкин; водород ионларининг ҳақиқий концентрацияси ўрнига шу концентрациянинг тескари ишора билан олинган ўнли логарифми кўрсатилади. Бу катталик *водород кўрсаткич* деб аталади ва pH ҳарфлари билан белгиланади:

$$pH = -\lg [H^+]$$

Масалан, $[H^+] = 10^{-5}$ бўлса, $pH = 5$; $[H^+] = 10^{-9}$ бўлса, $pH = 9$ бўлади ва ҳоказо. Юқорида айтилганлардан равшанки, нейтрал эритмада $pH = 7$ бўлади. Кислотали эритмаларда $pH < 7$; эритма қанча кўп кислотали бўлса, pH шунча кичик бўлади. Ва аксинча ишқорий эритмаларда $pH > 7$; эритманинг ишқорийлик даражаси қанча юқори бўлса, pH шунча катта бўлади.

pH ни ўлчашнинг ҳар хил усуллари мавжуд. Эритма реакциясини *индикаторлар* — махсус реактивлар ёрдамида аниқлаш мумкин. Энг кўп ишлатиладиган индикаторлар лакмус, фенолфталеин ва метилоранждир. Кислотали, ишқорий ва нейтрал эритмаларда индикаторларни қандай рангларда бўлиши 8-жадвалда кўрсатилган.

Турли индикаторнинг ранги

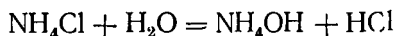
Индикаторлар	Эритма реакцияси			pH нинг ўзгариш интервали
	кислотавий	нейтрал	ишқорий	
Лакимус	кизил	гунафша	кўк	5,0—8,0
Фенолфтален	рансиз	рангсиз	тўқ қизил	8,3—10
Метилоранж	пушти	тўқ сариқ	сариқ	3,1—4,4

Водород ионларининг концентрацияси химиявий текширишлардагина эмас, балки турли ишлаб чиқариш процессларида, шунингдек, тирик организмларда содир бўладиган ҳодисаларни ўрганишда ҳам муҳим аҳамиятга эга.

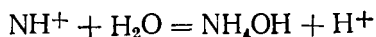
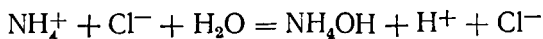
16-§. Тузларнинг гидролизланиши. Эриган туз ионларининг сувнинг H^+ ва OH^- ионлари билан ўзаро химиявий таъсир этиб, муҳитнинг водород кўрсаткичини ўзгартирши *тузларнинг гидролизланиши* дейилади. Тузлар гидролизланганда сувнинг диссоциланишидаги ионли мувозанат бузилади. Натижада кўпгина тузларнинг эритмалари кислотали ёки ишқорий муҳитга эга бўлиб қолади.

Тузлар гидролизининг қуйидаги типик ҳолларини кўриб ўта-миз:

а) Кучсиз асос билан кучли кислотадан ҳосил бўлган туз. Бунга аммоний хлорид мисол бўла олади. Аммоний хлорид сувда NH_4^+ ва Cl^- ионларига диссоциланади. Бу тузнинг гидролизи қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



ионли кўринишда қуйидагича ёзилади:



NH_4^+ ионлари сувнинг OH^- ионлари билан бирикиб, кам диссоциланадиган аммоний гидроксид ҳосил қилади. Cl^- ионлари сувнинг H^+ ионлари билан бирикмайди, чунки хлорид кислота кучли электролитдир. Натижада эритмадаги H^+ ионларининг концентрацияси ортиб кетади; бундай эритма кислота хоссаларига эга бўлади; унинг водород кўрсаткичи 7 дан кичик.

Шундай қилиб, кучсиз асос ҳамда кучли кислотадан ҳосил бўлган тузларнинг эритмалари кислотали муҳитга эга.

Кучли кислота ва икки ёки кўп атомли кучсиз асосдан ҳосил бўлган туз босқич билан гидролизланади. Масалан, темир хлорид сувда эритилганда, туз биринчи босқичда қуйидагича гидролизланади:

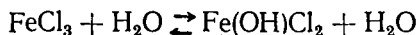
Гидролизланиш даражасини h ҳарфи билан белгилаш қабул қилинган:

$$h = \frac{\text{тузнинг гидролизланган моллари сони}}{\text{тузнинг эриган молларининг умумий сони}}$$

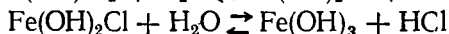
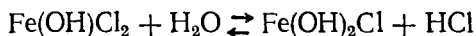
Демак, гидролиз даражаси эриган тузнинг қандай қисми гидролизланганини кўрсатади. Масалан, сувда эритилган тузнинг ҳар икки молидан 0,05 моли гидролизланган бўлса, гидролиз даражаси 0,025 ёки 2,5% га тенг.

Эритма температураси кўтарилганда тузнинг гидролизланиш даражаси ортади. Буни қуйидагича изоҳлаш мумкин. Температура кўтарилиши билан сувнинг диссоциланиши кучаяди, H^+ ва OH^- ионларининг концентрацияси кўпаяди, натижада туз ионларининг сув ионлари билан ўзаро таъсири кучаяди. Масалан, аммоний ацетат CH_3COONH_4 эритмаси $25^\circ C$ дан $1000^\circ C$ гача қиздирилса, тузнинг гидролизланиш даражаси 0,4 дан 9% гача ортади, яъни тахминан 22 марта кўпаяди.

Одатдаги температурада $FeCl_3$ босқичли гидролизланади:



Эритма қиздирилганда гидролиз процесси тезлашиб, $Fe(OH)_2Cl$ ва $Fe(OH)_3$ ҳосил бўлади:



Эритмани суюлтириш ҳам тузнинг гидролизланиш даражасини оширади. Масалан, $KSCN$ нинг концентрацияси камайтирилганда, унинг гидролизланиши қуйидагича ортиб боради:

9-жадвал

C , моль/л	0,1	0,02	0,01	0,001	10^{-5}
Тузнинг гидролизланиши, %	1,3	2,9	4,2	12,0	71

Демак, туз эритмасининг температурасини ошириб ёки эритма концентрациясини камайтириб, тузнинг гидролизланишини тезлатиш ва мувозанатни ўнгга силжитиш мумкин. Мувозанатни чапга силжитиш, яъни гидролизни сусайтириш учун температурани пасайтириш ҳамда эритманинг концентрациясини ошириш лозим.

XVII б о б

КОЛЛОИДЛАР

1-§. Моддаларнинг коллоид ҳолати. Ҳар хил моддаларнинг пергамент қоғоз ёки ҳайвон пуфаги орқали диффузияланишини текшириш баъзи моддаларнинг (масалан, кўпчилик туз, асос, кислота ва бошқаларнинг) анча тез, баъзи моддаларнинг жуда

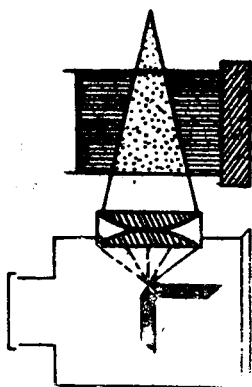
секин ўтишини, баъзиларининг (масалан, елим, желатина ва бошқаларнинг) эса тамомила ўтмаслигини кўрсатади. Пергамент қоғоз ёки ҳайвон пуфаги орқали ўтувчи моддалар, одатда, кристаллар бўлиб, ўтмайдиганлари аморф моддалардир. Шу сабабли, биринчилари кристаллоидлар, иккинчилари коллоидлар деб аталади (*коллоид* сўзи грекча бўлиб, елимга ўхшаш, деган маънони билдиради).

Кейинчалик олимларнинг текширишлари моддаларни коллоид ва кристаллоидларга қатъий бўлиш унча тўғри эмаслигини кўрсатди. Бир модданинг ўзи шароитга қараб ҳам коллоид, ҳам кристаллоид ҳолатида бўлиши мумкин. Масалан, альбумин деб аталадиган модда ҳам коллоид, ҳам кристаллоид ҳолатида олинган, кристаллоид бўлган ош тузи эфирдаги эритмада коллоид ҳолатида бўлади. Шунинг учун коллоид моддалар дейиш ўрнига, модданинг коллоид ҳолати дейиш тўғри бўлади.

Коллоид эритмалар суспензия ва эмульсиялардан чин эритмаларга ўтишда орилиқ босқичдир. Бу ҳол модданинг дисперслик даражасига боғлиқ. Коллоид эритма зарраларининг ўлчами 1 мк дан 100 мк гача бўлади. Бундай зарралар молекуляр массаси катта бўлмаган молекулалар агрегатидан ёки молекуляр массаси катта бўлган йирик молекулалардан иборат бўлиши мумкин. Мураккаб таркибли кўпчилик органик моддалар, жумладан, елим, каучук, желатина молекулалари ва ҳоказолари ана шундай йирик молекулалардир.

Дисперслик даражаси модданинг коллоид ҳолатига мувофиқ келадиган дисперс системалар бор. Булардан яхши ўрганилганлари дисперс муҳити суюқлик бўлган системалардир. Улар коллоид эритмалар ёки золлар деб аталади. Улар ичида гидрозола, яъни дисперс муҳити сув бўлган коллоид эритмалар катта аҳамиятга эга.

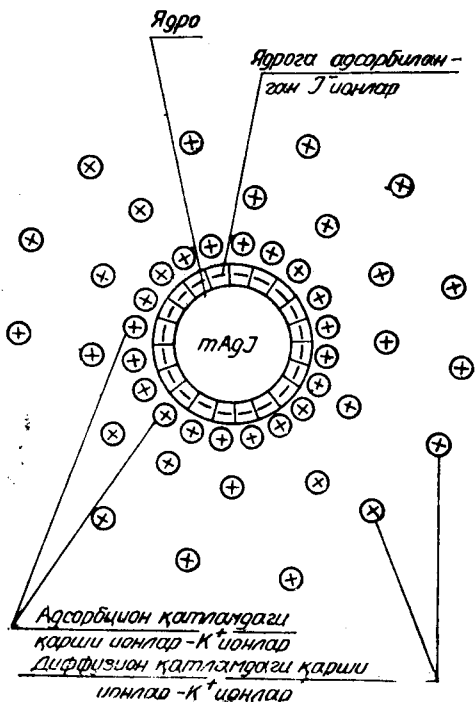
Коллоид эритмалар оптиквий хоссалари жиҳатидан ҳам чин эритмалардан фарқ қилади. Агар коллоид эритма орқали ён томондан ёруғлик нури ўтказилса, нур коллоид эритма ичида ёйилиб, унинг йўли ёруғлик конуси шаклида кўринади. Бу конус тиндаль конуси деб аталади (25- расм). Коллоид эритмаларнинг қайтган ёруғликда лойқа бўлиб кўринишига (опалесценция ҳодисасига) сабаб ҳам ана шудир. Заррачага урилганда тўлқин узунлиги кичик бўлган нурлар яхши сочилади, шунинг учун оқ нурлар тутами ичида кўк ва ҳаво ранг нурлар кўпроқ сочилади. Осмоннинг кўкиш рангда бўлиши шундан келиб чиқади.



25- расм. Тиндаль қонуни.

2- §. Коллоид эритмаларни стабиллаш (барқарор ҳолга келтириш). Коллоид эритма коагулланмаслиги учун унга махсус мод-

да — стабилизатор (одатда, электролит) қўшилади. Бу электролит таркибида дисперс фаза таркибидаги ионларнинг бири бўлиши керак. Масалан, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ нинг коллоид эритмасы учун FeCl_3 , AgJ нинг эритмасы учун эса KJ стабилизатор бўлади. Дисперс фаза заррачаларининг юзасига электролитнинг фазада бор иони (масалан, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ да FeCl_3 нинг Fe^{3+} иони, AgJ да KJ нинг J^- иони) адсорбланади. Ионларнинг бу қавати адсорбцион қават дейилади. Шундай қилиб, заррача зарядланиб қолади. Эритмада заррачанинг зарядига қарама-қарши заряд билан зарядланган ионлар — қарши ионлар [$\text{Fe}(\text{OH})_3$ да FeCl_3 нинг Cl^- иони, AgJ да KJ нинг K^+ иони] адсорбцион қаватга кулон кучи билан тортилади ва, шундай қилиб, қўш электр қавати ҳосил бўлади. Заррача атрофида қарши ионларнинг концентрацияси кучли бўлади. Ядродан узоқлашган сари бу концентрацияси камайиб боради. Бу қават диффузион қават дейилади. Ядро ўзига тутшиб турган қўш электр қават ва диффузион қават билан бирликда мицелла деб аталади.



26- расм. AgJ золининг мицелласи.

26- расмда AgJ мицелласининг тузилиши кўрсатилган. Одатда, мицелланинг тузилиши схема тарзида қуйидагича ёзилади:

$\{m[\text{AgJ}]$	$n\text{J}^-$	$(n-x)\text{K}^+\}x^-$	$x\text{K}^+$
ядро	ядрога адсорбланган ион	адсорбцион қаватдаги қарши ион	диффузион қаватдаги қарши ион
адсорбцион қават			
коллоид заррача			
мицелла			

Ядро маълум миқдор дисперс фаза (масалан, $m\text{AgJ}$) молекулаларининг бирлашувидан ҳосил бўлган агрегатдир, бу агрегат, кўпинча, кристалл, баъзан эса аморф ҳолда бўлади. Адсорбцион қават ядродаги атомнинг n та иони (J^-) дан ва $(n-x)$ та қарши ион

зарядланган заррачалар бир-биридан қочиши сабабли, улар ўзаро ёпишмайди ва узоқ вақт муаллақ ҳолатда қолади; зарядланган коллоид заррачалар ўзгармас электр токи таъсирида ҳаракатлана олади: мусбат заррачалар — катодга, манфий заррачалар — анодга томон боради. Коллоидларнинг электр токи таъсирида ҳаракатланиши *электрофорез* дейилади.

Коллоид заррачалар вақт ўтиши билан ўз хоссаларини ўзгарилади, беқарор бўлиб қолади, бошқача айтганда, «эскиради». Заррачаларнинг ўзаро тортишиш кучлари таъсирида айрим заррачалар бир-бирига ёпишиб, йирик агрегатлар ҳосил қилади. Заррачаларнинг ана шундай йириклашиш процесси *коагулланиш* дейилади. Коагулланиш натижасида ҳосил бўладиган йирик агрегатлар эритмада муаллақ ҳолатда қола олмайди ва чўкади. Коллоидларга электролитлар қўшилса, коллоидларнинг коагулланиш процесси тезлашади. Бу вақтда заррачаларнинг зарядлари ёйрилиб кетади, заррачалар Броун ҳаракати туфайли бири-бири билан ёпишиб, йирикроқ агрегатлар ҳосил қилади. Коагулланиш температура кўтарилганда ҳам тезлашади.

Коллоид системаларнинг коагулланиш процесси табиатда ҳам, техникада ҳам кўп тарқалган. Сутнинг ивиши коагулланишга мисол бўлади. Бу вақтда оқсилнинг (казеиннинг) коллоид эритмаси сут кислотали ачиш процесси натижасида ҳосил бўлган сут кислота таъсирида коагулланади. Табиий каучук олишда ўсимликнинг сутга ўхшаш ширасига сирка қўшиб коагулланади. Денгизларда сувдаги лойнинг коллоид заррачалари тузларнинг ионлари таъсирида коагулланиши туфайли чўқинди жинслар ҳосил бўлиб туради. Шаҳар водопроводида бериладиган сув коагулятор солинган махсус тиндириш ҳавзаларида тиндирилади.

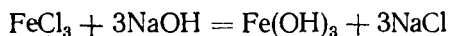
Коагулланиш электролитнинг концентрацияси муайян даражага етгандагина содир бўлади. Электролит концентрациясининг коагулланишга бошлаб берувчи энг кичик қиймати *коагулланиш бўсағаси* (чегараси) деб аталади.

Коллоид заррачанинг зарядига қарама-қарши зарядли ионгина коагулланишга сабаб бўлади. Бундай ион *коагулятор-ион* дейилади. Масалан, AgI нинг коллоид эритмасида коллоид заррача манфий зарядланган. Демак, бу эритмани мусбат зарядланган ионлар—катионлар, масалан, K^+ , Ba^{2+} , Al^{3+} ионлар коагуллайди. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ нинг коллоид эритмасидаги коллоид заррача мусбат зарядланган, бу эритмани анионлар (Cl^- , SO_4^{2-} ва бошқалар) коагуллайди. Коагулятор ионнинг валентлиги катта бўлса, унинг коагуллаш таъсири кучли бўлади. Масалан, уч валентли ионнинг коагуллаш таъсири бир валентли ионникидан тахминан 300 баравар ортиқ.

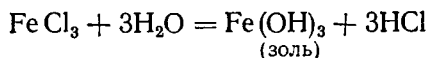
Коллоид эритмалар икки усул билан: молекуляр дисперс ҳолатдаги моддаларни коллоид заррачалар ўлчамигача йириклаш, йирик ҳолатдаги моддаларни коллоид-дисперс ҳолатга қадар майдалаш билан ҳосил қилинади. Иккала усулда ҳам коллоид эритмага стабилизатор қўшилади.

Майдалаш усули қўлланиладиган бўлса, моддалар коллоид тегирмонида ва частотаси секундига 15000 дан катта бўлган ультратравуш ёрдамида майдаланади.

Йириклаш усули қўлланилганда моддалар икки йўл билан: а) дисперс фаза бўладиган модданинг буғини совитиб, тўғридан-тўғри дисперс муҳитга киритиш йўли билан (масалан, олтингугурт буғини сувга юбориб, олтингугуртнинг сувдаги коллоид эритмасини ҳосил қилиш); б) химиявий реакция ёрдами билан йирикланади. Иккинчи усулга мисол қилиб, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ золи ҳосил қилишни кўрсатиш мумкин; бунинг учун FeCl_3 эритмасига NaOH эритмаси таъсир эттирилиб, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ҳосил қилинади:



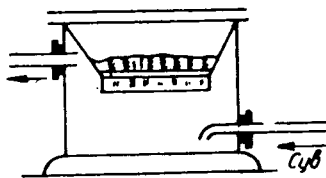
FeCl_3 эритмаси қайноқ сувга солинганда ҳам гидролизланиб, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ золи ҳосил бўлади:



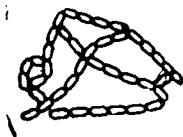
Коллоид эритма ҳосил қилинганда унга доимо бошқа моддалар аралашган бўлади. Кўпинча, бу қўшимчалар электролит моддалардан иборат бўлади; юқоридаги мисолда $\text{Fe}(\text{OH})_3$ нинг коллоид эритмасига HCl ва FeCl_3 аралашган бўлади. Бу қўшимчалар ҳам коллоид эритманинг коагулланишига сабаб бўлиши мумкин.

Коллоид эритмалар бу қўшимчалардан *диализ* усулида тозаланadi. Диализ усулида коллоид эритма ярим ўтказувчи пардадан қилинган халта ёки туби ярим ўтказувчи парда билан беркитилган идишга солиниб, халта (ёки идиш) эритувчига туширилади. Эритувчи вақт-вақти билан алмаштириб турилади. Коллоид заррачалар йирикроқ бўлганлигидан пергамент қоғоз, целлофан, ҳайвон пуфаги сингари мембраналардан ўтмайди, молекула ва ионлар эса бемалол ўтади. Бу мақсадда ишлатиладиган асбоб диализатор дейилади (27- расм).

Гель. Агар лиофиль коллоид эритмаларга коагулланиш чегарасидан камроқ концентрацияли электролит қўшилса, дисперс система янги ҳолатга ўтади. Мицеллалар бир-бирига бутун юзаси билан эмас, балки учлари ёки ёнлари билан бирикиб, фазовий тўр (каркас) ҳосил қилади. Бу тўрнинг ичида шунчаки тутилиб қолган эритувчи бўлади (28- расм). Бундай система *гель* деб



27- расм. Диализатор.



28- расм.

аталади. Гель ярим суюқ, ярим қаттиқ ҳолда бўлади. Гель вақт ўтиши билан ичидаги эритувчини йўқотиб, қаттиқ коллоидга айланиши мумкин. Бундай гелга эритувчи текканда у бўкиб, қайтадан суюқ гелга ёки, ҳатто, коллоид эритмага айланиши мумкин.

XVIII б о б

ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ РЕАКЦИЯЛАРИ

1-§. Химиявий реакцияларнинг икки тури. Химиявий реакцияларни муайян белгиларига кўра икки гурппага, I ва II турли реакцияларга ажратиш мумкин.

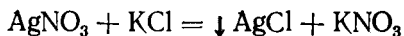
Биринчи тур химиявий реакцияларнинг белгилари қуйидагилардир:

1) реакцияга киришувчи заррачалар (молекулалар, атомлар ёки ионлар) реакция давомида ҳеч қандай электронактивлик кўрсатмайди (заррачаларда электрон бериш ёки қабул қилиш ҳодисалари содир бўлмайди);

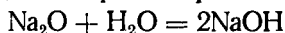
2) реакцияда иштирок этувчи элементларнинг валентлиги реакция давомида ўзгармайди.

Биринчи тур реакцияларга қуйидагилар киради:

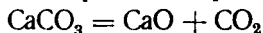
а) $AB + CD = AC + BD$ типдаги алмашиниш реакцияларининг кўпчилиги, масалан:



б) $A + B = C$ типдаги бирикиш реакциялари, масалан:



в) $A = B + C$ типдаги парчаланиш реакциялари, масалан:

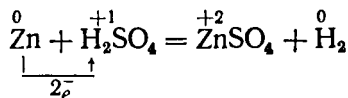


II тур реакциялар қуйидаги хусусиятлари билан фарқ қилади:

1) реакцияга киришувчи заррачалар реакция давомида электронактивлик намоён қилади: ҳамма элементларда ёки уларнинг баъзиларида электрон бериш ва электрон қабул қилиш ҳодисаси аниқ намоён бўлади;

2) реакцияда иштирок этувчи элементларнинг валентлиги реакция давомида ўзгаради.

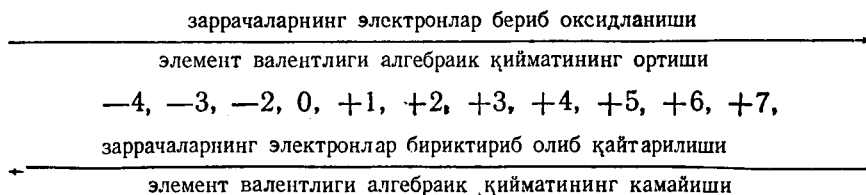
Бундай реакцияларга энг оддий мисол рух метали билан сульфат кислота орасидаги реакциядир:



Химиявий реакцияда иштирок этувчи элементларнинг валентлиги ўзгариши билан борадиган реакциялар оксидланиш-қайтарилиш реакциялари деб аталади.

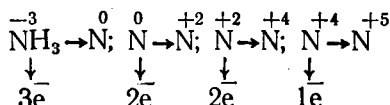
Химиявий реакцияда элемент заррачаларининг электрон бериш процесси оксидланиш, электрон қабул қилиш процесси қайтарилиш деб аталади. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари бир вақтда содир бўлади.

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида иштирок этувчи элементларнинг валентлиги қуйидаги схемага мувофиқ ўзгаради:



Мисоллар:

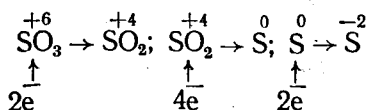
1. Азотнинг оксидланиши (электрон⁻бериш процесси)



Азот валентлигининг алгебраик қиймати қуйидаги тартибда -3 дан $+5$ гача ортиб боради:

$$-3 < 0 < +2 < +4 < +5$$

2. Олтингугуртнинг қайтарилиши (электрон қабул қилиш процесси):



Олтингугуртнинг валентлиги $+6 > +4 > 0 > -2$ тартибда камайиб боради.

Оксидловчи ва қайтарувчилар. Молекуласида химиявий реакция пайтида ўзига бошқа элементларнинг электронларини бириктириб олиш (электроноакцепторлик) хусусиятига эга бўлган заррачалар бор моддалар «оксидловчилар» деб аталади.

Молекуласида ўша химиявий реакция пайтида ўзининг маълум сондаги электронларини бериш (электродонорлик) хусусиятига эга бўлган заррачалари бор моддалар «қайтарувчилар» деб аталади.

10-жадвалда энг муҳим оксидловчи ва қайтарувчиларга мисоллар келтирилган.

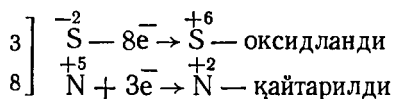
Оксидланиш-қайтарилиш реакциясига мисол тариқасида водород сульфид билан нитрат кислотанинг ўзаро таъсир реакциясини келтирамиз:



Оксидловчилар (электроакцепторлик)	Қайтарувчилар (электронодонорлик)
1. Аноддаги электр токи 2. Галогенлар F_2 , Cl_2 , Br_2 3. MnO_4 , Mn_2O_7 , $HMnO_4$, $KMnO_4$ 4. CrO_3 , H_2CrO_4 , K_2CrO_4 5. HNO_3 ва унинг тузлари 6. O_2 , O_3 , H_2O_2 ва унинг тузлари — металл пероксидлар 7. H_2SO_4 (конц.) 8. CuO , Ag_2O , PbO_2 9. Асл металлнинг ионлари 10. Гипохлоритлар	1. Катоддаги электр токи 2. Металлларнинг атомлари ва H_2 молекуласи 3. Углерод ва ис газиди CO 4. H_2S , SO_2 , H_2SO_4 ва унинг тузлари 5. HJ (KJ), HBr , HCl 6. $SnCl_2$, $FeSO_4$ 7. Альдегидлар — $R - \begin{array}{c} O \\ \parallel \\ C \\ \\ H \end{array}$ масалан, формалин — $HCON$ ва ҳоказо

Бу реакцияда олтингугурт ионлари 8 та электрон бериб, $+6$ валентликка ўтади — оксидланади; азот ионлари эса 3 та электрон қабул қилиб, $+2$ валентликка ўтади — қайтарилади.

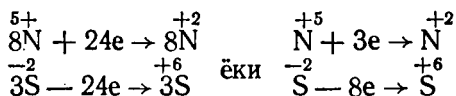
Бу айтилганларни қуйидаги қисқача электрон схема тарзида ифодалаш мумкин:



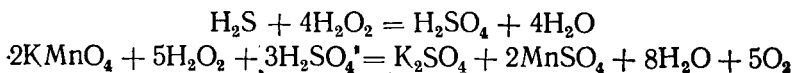
Шундай қилиб, оксидланиш-қайтарилиш реакциялари пайтида оксидланган атом ёки ионнинг мусбат валентлиги ортади, қайтарилган атом ёки ионнинг мусбат валентлиги камайд.

Юқорида келтирилган мисолда нитрат кислота оксидловчидир, чунки унинг таркибида электрон қабул қилиш хоссасига эга бўлган мусбат беш валентли азот атоми (N^{+5}) бор, водород сульфид эса қайтарувчи, чунки унинг таркибида электронлар бериш хоссасига эга бўлган минус икки валентли олтингугурт (S^{-2}) атоми бор. Демак, бу реакцияда H_2S оксидланиб H_2SO_4 , HNO_3 эса қайтарилиб NO ҳосил қилади.

Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари пайтида оксидловчи қабул қилган электронларнинг умумий сони қайтарувчи берган электронларнинг умумий сонига тенг бўлиши шарт. Юқоридаги мисолда оксидловчи таркибидаги азот ионлари томонидан қабул қилинган, шунингдек, қайтарувчи таркибидаги олтингугурт ионлари томонидан берилган электронларнинг умумий сони 24 га тенг, яъни:



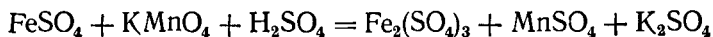
Шуни ҳам таъкидлаб ўтиш зарурки, оксидловчи билан қайтарувчи ўртасига кескин чегара қўйиб бўлмайди, чунки шундай моддалар борки, улар реакция шароитига қараб ҳам оксидловчи, ҳам қайтарувчи бўла олади. Масалан, водород пероксид — сульфид кислотаси билан оксидловчи сифатида, кучли оксидловчилар, масалан, калий перманганат билан қайтарувчи сифатида реакцияга киришади:



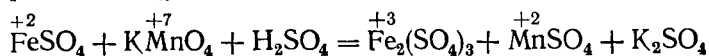
2-§. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг химиявий тенгламаларини тузиш. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тенгламаларини тузишни конкрет мисолларда кўриб чиқамиз.

Масалан, темир (II)-сульфатнинг калий перманганат таъсирида оксидланиш реакциясининг алоҳида босқичлари билан танишиб чиқамиз.

1. Реакция тенгламасининг чап томонига реакцияга киришадиган моддаларнинг формуласини, ўнг томонига эса реакция натижасида ҳосил бўладиган моддаларнинг формуласини ёзамиз:

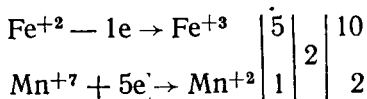


2. Атомлари ўз оксидланиш даражаларини ўзгартирган элементларни топиб, уларнинг символлари устига оксидланиш даражаларини ёзиб қўямиз:



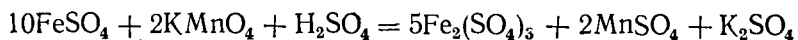
Бу реакцияда темир атоми электрон йўқотиб (қайтарилиб), икки валентли темир атомидан уч валентли темир атомига айланди, марганец атоми эса электрон бириктириб олиб (оксидланиб), етти валентли марганец атомидан икки валентли марганец атомига айланди.

3. Темир атоми йўқотган барча электронларини марганец атоми бириктириб олади. Электронлар сони қуйидагича тенглаштирилади:

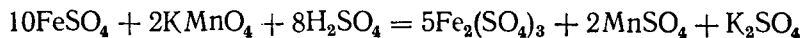


4. Топилган сонлардан (темир учун — 5, марганец учун — 1 дан) таркибида темир ва марганец элементлари, яъни атомлари ўз валентликларини ўзгартирадиган элементлар бўлган моддаларнинг формула олдига қўйиладиган коэффициентлар сифатида фойдаланиш мумкин эди; лекин кўпинча тенгламанинг чап, баъзан ўн томонидаги моддаларнинг формуласи олдидаги коэффициентларни жуфт сонлар билан ифодалаш қулайроқ. Шунга кў-

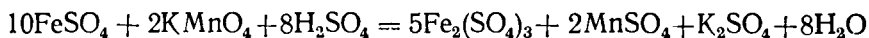
ра, дастлаб топилган сонларни иккига кўпайтирамиз ва тегишли формулалар олдига ёзиб қўямиз:



5. Реакция учун керакли сульфат кислота молекулаларининг сонини топамиз; бу сон 8 га тенг экан; уни сульфат кислотанинг формуласи ёнига коэффициент сифатида ёзиб қўямиз:



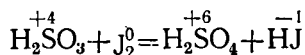
6. Тенгламанинг иккала томонидаги элементларнинг атомлари сонини санаб чиқиб, тенгламанинг чап томонида 8 та кислород атоми билан 16 та водород атоми ортиб қолганлигини кўрамиз. Улар ўзаро бирикиб, 8 молекула сув ҳосил қилганлиги учун, тенгламанинг ўнг қисмига 8 молекула сув қўшиб ёзамиз:



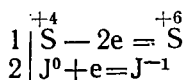
Ҳар бир оксидланиш-қайтарилиш реакциясининг тенгламасини ёзишда юқоридаги мисолда берилган барча босқичларни мукамал ёзиб чиқиш қийин иш бўлар эди. Процесснинг моҳиятини тушуниш учун юқорида келтирилган босқич тартибини эсда қолдиришнинг ўзи kifoya. Қўғозга дастлаб биринчи ва учинчи босқични ёзиб, ундан кейин энг охирги — 6- босқичга, яъни юқорида берилган мисолдаги каби, моддаларнинг формуласи олдига коэффициентлар қўйишга ўтиш тавсия қилинади.

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига бир неча мураккаброқ мисол келтириб ўтамиз.

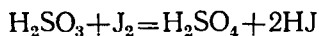
1. Йод сульфит кислота билан реакцияга киришиб, сульфат кислота ва водород йодид ҳосил қилади:



Бу реакциянинг электрон тенгламаси қуйидагича ёзилади:



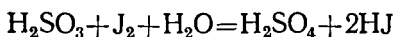
Коэффициентлар қўямиз:



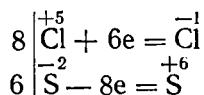
Энди тенгламанинг чап ва ўнг томонларидаги элементларнинг атомлари сонини ҳисоблаймиз:

тенгламанинг чап томонида	тенгламанинг ўнг томонида
S 1	S 1
J 2	J 2
H 2	H 4
O 3	O 4

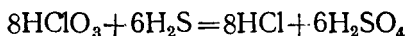
Демак, тенгламанинг чап томонида иккита водород ва битта кислород атоми, яъни бир молекула сув етишмайди, шу сабабдан тенглама қуйидагича ёзилади:



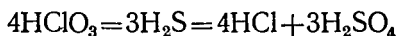
2. $\text{HClO}_3 + \text{H}_2\text{S} = \text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ реакциянинг электронли тенгламаси қуйидагича бўлади:



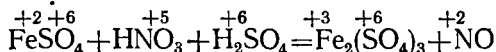
Коэффициентлар қўйилса:



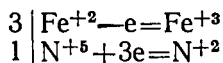
Бундай ҳолда коэффициентларни иккига қисқартириш мумкин:



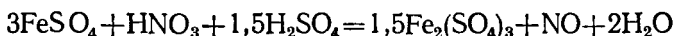
3. Агар коэффициентлар касрли чиқиб қолса, уларни иккига кўпайтириб яхлитлаш керак бўлади, масалан:



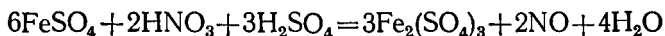
реакциянинг электронли тенгламаси:



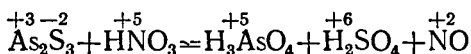
Демак:



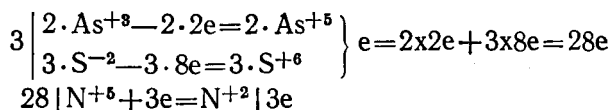
ёки



4. Процесс бир неча элементнинг оксидланиши ва қайтарилиши билан бориши мумкин. Масалан,

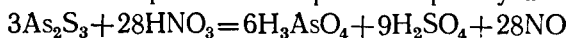


Демак, мишьяк As^{+3} дан As^{+5} гача, олтингургурт S^{-2} дан S^{+6} гача оксидланди, азот эса N^{+5} дан N^{+2} гача қайтарилди:

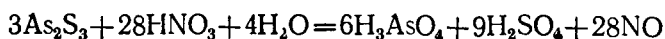


Бу тенгламалардан кўриниб турибдики, мишьякнинг ҳар қайси атоми иккита электрон беради. As_2S_3 таркибидаги икки атом мишьяк $2 \cdot 2 = 4$ электрон беради. Худди шунингдек, олтингургуртнинг ҳар қайси атоми 8 электрон беради, демак, уч атом олтингургурт $3 \cdot 8 = 24$ электрон беради. Ҳаммаси бўлиб, $24 + 4 = 28$ электрон берилади. Азотнинг бир атоми қайтарилганда 3 та электрон бириктириб олади. Берилган ва бириктириб олинган электронлар сони тенг

бўлиши учун, оксидловчи элементларнинг атомларини 28 марта, қайтариловчи элементларнинг атомларини 3 марта кўпайтириш керак:



Тенгламанинг иккала томонидаги элементларнинг атомларини ҳисоблаб, тенгламаларнинг чап томонида 4 молекула сув етмаслигини кўрамиз:



XIX б о б

МЕТАЛЛАР ВА ҚОТИШМАЛАР

1-§. Металларнинг физикавий хоссалари. Металлар ёруғлик нуруни кучли даражада қайтариш хусусиятига эга бўлганлиги учун уларнинг сирти ялтираб туради. Типик металлар иссиқликни ва электрни яхши ўтказади. Ҳар хил металларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги турлича бўлади. Масалан, иссиқлик ўтказувчанлиги энг юқори металлар — кумуш, мис, олтин ва алюминий, иссиқлик ўтказувчанлиги энг пастлари қўрғошин билан симобдир. Температура кўтарилиши билан металларнинг электр ўтказувчанлиги пасаяди.

Металларнинг энг муҳим хоссалари механикавий усулда ишланганда осон деформацияланишидир. Металлар пластик бўлади, яхши болғаланади, сим бўлиб чўзилади, яссиланади ва ҳоказо.

Металларнинг ўзига хос физикавий хоссалари уларнинг ички тузилишидан, келиб чиқади. Ҳозирги замон назариясига кўра, металларнинг кристаллари мусбат зарядланган ионлардан ва эркин электронлардан иборат. Бутун кристаллни фазовий панжара деб тасаввур қилиш мумкин, бу панжара тугунларида ионлар, ионлар оралигида эса тез ҳаракатдаги эркин электронлар бўлади. Бу электронлар доимо бир атомдан бошқа атомларга ўтиб туради ва гоҳ бир атом, гоҳ иккинчи атом ядроси атрофида айланади. Электронлар муайян ионлар билан боғланмаганлиги учун кичикроқ потенциаллар айирмаси таъсиридаёқ маълум йўналишда кўча бошлайди ва, натижада, электр токи ҳосил бўлади. Бинобарин, металларнинг электрни яхши ўтказиши эркин электронлар борлигидан келиб чиқади.

Металлар зичликларига кўра шартли равишда икки катта группага — енгил ва оғир металларга бўлинади. Зичлиги 5 г/см^3 дан ортмайдиган металлар енгил металлар группасига, зичлиги 5 г/см^3 дан катталари эса оғир металлар группасига киради. Баъзи металларнинг атом оғирлиги, зичлиги ва суюқланиш температураси 11-жадвалда кўрсатилган. Бу жадвалда келтирилган маълумотлар симобдан бошқа барча металлар оддий температурада қаттиқ модда эканлигини кўрсатади. Енгил металлар, умуман, энг осон суюқланувчи металлардир. Оғир металларнинг кў-

пи қийин суюқланади. Симобдан кейин энг паст температурада суюқланадиган металл цезий, энг юқори температурада суюқланадиган металл вольфрамдир.

Металларнинг қайнаш температураси, кўпинча, юқори бўлади. Масалан, мис 2560°C да, темир 2770°C да, платина 3710°C да қайнайди. Металлар буғ ҳолида бўлганида уларнинг молекулалари бир атомли бўлади.

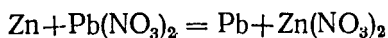
Металларнинг заррачалари бир-бири билан химиявий боғланишнинг махсус тури — металллик боғланиш воситасида боғланган. Юқорида баён қилинганлардан ташқари, нейтрал атомлар орасида одатдаги ковалент боғ, ион билан эркин электронлар орасида кулон тортишиш кучи мавжудлиги маълум. Шундай қилиб, металллик боғлиниш алоҳида заррачалар орасидаги боғланиш бўлмай, балки заррачалар тўплами орасидаги боғланишдир.

2-§. Металларнинг химиявий хоссалари. Металларнинг асосий химиявий хоссалари шундан иборатки, уларнинг атомлари валент электронларини осон бериб, мусбат зарядланган ионга айланади. Типик металлар электронлар бириктириб олмайди; уларнинг ионлари ҳамма вақт мусбат зарядланган бўлади. Шунинг учун, металлар электромусбат элементлардир, уларнинг электроманфий элементлар — металлмаслардан фарқи ана шунда. Электронлар бириктириб олиш хусусияти кўпроқ металлмасларга хос.

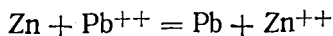
Типик металлар химиявий реакцияларда валент электронларини осон бергани учун актив қайтарувчилардир.

Турли металларнинг электронлар бериш хусусияти ҳар хил бўлади. Металл ўз электронларини қанча осон берса, шунча актив бўлади ва бошқа моддалар билан шунча тез реакцияга киришади.

Металларнинг активлигини бир-бири билан таққослаш учун ҳар хил реакциялардан фойдаланиш мумкин. Бу мақсадда металларнинг тузларидан шу металларни бошқа металлар сиқиб чиқариши реакциясидан фойдланиш айниқса қулай. Масалан, қўрғошиннинг бирор тузи эритмасига бир бўлак рух ташланса, рух эрий бошлайди, эритмадан эса қўрғошин ажралиб чиқади:



бу тенглама ионли кўринишда қуйидагича ёзилади:



Бу реакциянинг моҳияти шундан иборатки, рух атомлари ўз валент электронларини икки валентли қўрғошин ионларига беради, рух атомлари рух ионларига айланади, қўрғошин ионлари эса зарядсизланиб, қўрғошин металига айланади, яъни оксидланиш-қайтарилиш процесси содир бўлади. Демак, бу реакция оксидланиш-қайтарилиш реакциялари жумласига киради.

Баъзи металлларнинг зичлиги ва суёқланиш температуралари

Металлнинг номи	Химиявий белгиси	Атом оғирлиги	Зичлиги, г/см ³	Суёқланиш температураси, °C
Енгил металллар				
Литий	Li	6,938	0,534	180
Калий	K	39,102	0,86	63,6
Натрий	Na	22,9898	0,97	97,8
Кальций	Ca	40,08	1,55	850
Магний	Mg	24,312	1,74	651
Цезий	Cs	132,905	1,90	28,5
Алюминий	Al	26,985	2,702	660,1
Барий	Ba	137,34	3,5	717
Оғир металллар				
Хром	Cr	51,996	7,16	1875
Рух	Zn	65,37	7,14	419
Қалай	Sn	118,69	7,28	231,0
Марганец	Mn	54,9381	7,2	1244
Темир	Fe	55,847	7,86	1539
Қадмий	Cd	112,40	8,65	321
Никель	Ni	58,71	8,90	1453
Мис	Cu	63,54	8,92	1083
Висмут	Bi	208,980	9,80	271,3
Кумуш	Ag	107,880	10,5	960,8
Қўрғошин	Pb	207,14	11,344	327,3
Симоб	Hg	200,59	13,549	—38,87
Вольфрам	W	183,85	19,3	3380
Олтин	Au	196,967	19,3	1063
Платина	Pt	195,09	21,45	1769
Осмий	Os	190,2	22,5	2700

Металлларни уларнинг бирикмаларидан бошқа металллар сиқиб чиқаришини даставвал Бекетов мукаммал ўрганган эди. У металлларни химиявий активлигининг пасайиб бориш тартибида «сиқиб чиқариш қатори» деб аталган қаторга жойлаштирди. Ҳозирги вақтда Бекетовнинг сиқиб чиқариш қатори «кучланишлар қатори» деб аталади, чунки қатордаги ҳар қайси металлнинг ўрни электр кучланишининг катта-кичиклигига қараб жойлашади.

Энг муҳим металлларнинг кучланишлар қатори қуйидаги кўринишда бўлади:

Нейтрал атомлар химиявий активлигининг пасайиши

Li, K, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H₂, Cu, Hg, Ag, Au

Ионларнинг электронлар бириктириб олиш хусусиятининг заифлашуви.

Бу қаторга водород ҳам қўйилган, чунки у баъзи металлларни уларнинг тузларидан сиқиб чиқара олади ва, ўз навбатида, металллар кислоталар эритмасидан водородни сиқиб чиқаради.

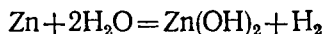
Металлларнинг кучланишлар қатори эритмалардаги реакцияларда металлларнинг химиявий хоссаларига онд кўпгина умумий кўрсатмалар беради.

1. Бу қатордаги ҳар қайси металл, шунингдек, босим остидаги водород ҳам ўздан кейинги металлларни уларнинг тузлари эритмасидан сиқиб чиқаради (қайтаради).

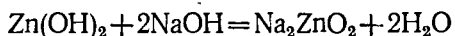
2. Кучланишлар қаторида водороддан олдин турган металлларгина водородни суюлтирилган кислоталардан («водород тузларидан») сиқиб чиқара олади. Водороддан ўнгда турган металллар кислоталардан водородни сиқиб чиқара олмайди.

3. Металл кучланишлар қаторида қанча чапда турган бўлса, у шунча актив бўлади, бошқа металлларнинг ионларига нисбатан олганда унинг қайтариш хоссаси шунча кучли бўлади. Унинг ўзи ионга шунчалик осон айланади ва унинг ионлари қийин қайтарилади.

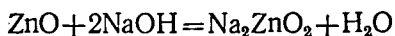
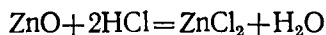
Баъзи металллар, масалан, рух, алюминий ишқорлар билан реакцияга киришиб, жуда кучсиз алюминат, цинкат кислота тузлари ҳосил қилади ҳамда водород ажралиб чиқади, масалан:



Ҳосил бўлган рух гидроксид қийин эрувчан бирикма бўлиб, ишқорларда эриб, цинкат кислота тузлари — цинкатлар ҳосил қилади. Ишқор металлни сувга тегишидан сақлаб турувчи гидроксид қаватини эритади:



Асл металллардан бошқа барча металллар кислород билан бирикиб, оксидлар ҳосил қилади. Калий, кальций, магний ва бошқа металллар асос характерига эга оксидлар ҳосил қилади. Бериллий, рух, алюминий, қалай, қўрғошин ва баъзи бошқа металлларнинг оксидлари амфотердир. Бундай оксидлар кислоталар билан ҳам, ишқорлар билан ҳам ўзаро таъсир этиб, тузлар ҳосил қилади, масалан:

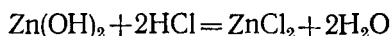


Ўзгарувчан валентли металллар бир неча оксид ҳосил қилади, бу оксидларнинг хоссалари металлнинг оксидланиш даражасига боғлиқ; қуйи оксидлар асос хоссасини; ўрта оксидлар, амфотер оксидлар, юқори оксидлар, одатда, кислота хоссаларини намоён қилади. Масалан, хром (II)-оксид CrO — асосли оксид; хром

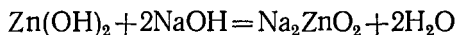
(III)- оксид Cr_2O_3 — амфотер; хромат ангидрид CrO_3 — кислота-ли оксидир.

Ишқорий ва ишқорий-ер металлларнинг оксидлари сув билан бевосита бирикиб, гидроксидлар ҳосил қилади; бу гидроксидлар сувда эрувчан асослар — ишқорлардир. Бошқа металлларнинг асос ёки амфотер хоссага эга бўлган оксидлари сув билан бевосита бирикмайди.

Металлларнинг фақат асос хоссасига ёки фақат кислота хоссасига эга бўлган гидроксидлари билан бирга, ҳам кислота, ҳам асос хоссаларини намоён қилувчи амфотер гидроксидлари ҳам бор. Улар ҳам кислоталарда, ҳам ишқорларда эрийди. Иккала ҳолда ҳам тузлар ҳосил бўлади. Масалан, рух гидроксиднинг хлорид кислотада эриши натижасида рух хлорид ҳосил бўлади:

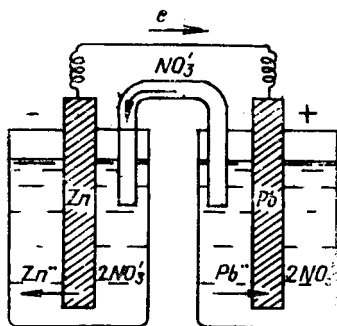


Рух гидроксиднинг ўювчи натрий билан реакцияга киришиши натижасида натрий цинкат ҳосил бўлади:



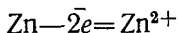
3- §. Гальваник элементлар. Химиявий энергияни электр энергиясига айлантириш учун хизмат қиладиган асбоблар гальваник элементлар деб аталади. Уларнинг ишлаши металлларнинг бошқа металлларни уларнинг тузларидан сиқиб чиқариш реакциясига асосланган. Бундай асбоблардан электр токи ҳосил қилиш манбаи сифатида фойдаланишдан ташқари турли гальваник элементларнинг электр юритувчи кучларини ўлчаш натижасида металлларнинг активлигини миқдор жиҳатидан характерлаш ва, демак, уларнинг кучланишлар қаторидаги ўрнини аниқлаш имкониятига ҳам эга бўламиз.

Бир металлнинг тузи эритмасига бошқа бир металл, масалан, $\text{Pb(NO}_3)_2$ нинг эритмасига рух пластинка туширилса, металл билан туз эритмаси орасида бевосита контакт бўлганлигидан, электронлар рух атомларидан қўрғошин ионларига ўтади. Реакция натижасида чиқадиغان химиявий энергия иссиқлик энергиясига айланади. Аммо қўрғошин тузи билан рухни бир-биридан мутлақо ажратиб қўйиб ҳам уларни бир-бирига таъсир эттириш мумкин, бунинг учун электронларнинг рухдан қўрғошин ионларига ўтишини таъминлаш лозим, бу эса шу реакция учун зарур бўлган бирдан-бир шартдир. Иккита стакан олиб, улардан бирига $\text{Zn(NO}_3)_2$ эритмасидан, иккинчисига $\text{Pb(NO}_3)_2$ эритмасидан қуямиз. Биринчи стакандаги эритмага рух пластинка, иккинчи стакандаги эритмага эса қўрғошин пластинка туширамиз. (Қўрғошин пластинка фақат ўтказгич вазифасини ўтайди ва, шунинг учун, қўрғошин пластинка ўрнига кўмир таёқча олиш ҳам мумкин.) Иккала стакандаги эритмаларни бирор электролит, масалан, KNO_3 билан тўлдириб, тўнкарилган U-симон най ёрдами-

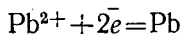


29- расм. Рух билан қўрғошин тузи орасида бўладиган реакцияни маълум оралиқда вужудга келтириш асбоби.

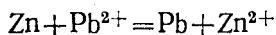
электрод, қўрғошин мусбат электроддир. Манфий электродда рух оксидланади:



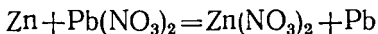
мусбат электродда қўрғошин ионлари қайтарилади:



Бу иккала тенгламани бирлаштириб, элементда содир бўладиган реакциянинг умумий тенгламасини ҳосил қиламиз:

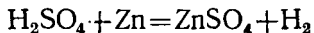


ёки молекуляр кўринишда:



Гальваник элементларда манфий электрод сифатида ҳамма вақт актив металл ишлатилиб, бу металл ўз электронларини унча актив бўлмаган металл ионларига бериб, уларни нейтрал атомларга айлантиради.

Баъзан гальваник элементларда кислотадаги водородни рух сиқиб чиқариш реакциясидан фойдаланилади:



Италиялик физик Вольта ихтиро қилган дастлабки гальваник элемент сульфат кислота эритмасига туширилган рух ва мис пластинкаларидан иборат эди. Бундай элемент пластинкалари бир-бирига сим билан уланганда электронлар рухдан (ташқари занжир орқали) мисга томон кўчади, мисдан эритмадан келаётган водород ионларига ўтиб, водород ионларини зарядсизлантиради. Шунинг учун водород рух пластинкасида эмас, балки мис пластинкасида ажралиб чиқади.

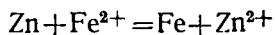
да бир-бирига туташтирамиз, у туз ионларининг бир эритмадан иккинчи эритмага бемалол ўтишига имкон беради. Бу пластинкаларни металл сим ёрдамида бир-бирига уласак, дарҳол ток ҳосил бўлади, бу токнинг йўналиши электронларнинг рухдан қўрғошин тузи эритмасига томон бораётганлигини кўрсатади. Шу билан бир вақтда, рух эрий бошлайди, қўрғошин пластинкага эса ажралиб чиқаётган қўрғошин ўтириб қолади (29- расм).

Гальваник элементда оксидланиш-қайтарилиш реакциясининг химиявий энергияси электр энергияга айланади. Бу асбобда рух манфий

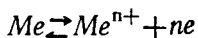
Гальваник элементнинг ишлаш процесси натижасида ўз ионларини эритмага бериб, ўзи емириладиган электрод (рух пластинка) *анод* деб аталади; мусбат ионларга электронлар бериб зарядсизлайдиган электрод (мис пластинка) *катод* дейилади.

Вольта элементида мис пластинка сирти водороднинг газ пуфакчалари билан тезда қопланиб, ишламай қўяди. Шу сабабли унинг ўрнига Якоби-Даниэль элементи ишлатилади.

Гальваник элемент ўз тузлари эритмасига туширилган ҳар қандай икки металлдан тузилиши мумкин. Бунда бир металл манфий, иккинчи металл мусбат зарядланиши мутлақо шарт эмас. Зарядланган бир жисмдан иккинчи жисмга электронлар ўтиши учун зарур бирдан-бир шарт шу жисмлар орасида потенциаллар айирмаси мавжуд бўлишидир. Аммо биз ҳар қандай икки металлни олганимизда ҳам потенциаллар айирмаси вужудга келиши керак, чунки электрон ажратиб чиқариш ва ионларга айланиш хусусияти барча металлларда ҳар хил бўлади. Масалан, ўз тузларининг нормал эритмасига туширилган рух билан темирдан гальваник элемент тузилса, гарчи иккала металл ҳам эритмаларда манфий зарядланса-да, рухнинг манфий потенциали темирнинг манфий потенциалидан катта бўлади. Шунинг учун, металллар ўтказгич ёрдамида бир-бирига уланганида, электронлар рухдан темирга томон ўта бошлайди; рух эрийди, темир эса эритмадан ажралиб чиқади. Элементда содир бўладиган реакция қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

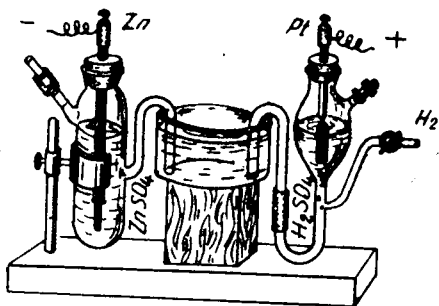


Металл билан шу металл тузи эритмаси орасида ҳосил бўладиган потенциаллар айирмаси металлнинг *электрод потенциали* деб аталади ва шу металлнинг электронлар бериш хоссасининг ёки химиявий активлигининг ўлчови бўла олади. Шунинг учун барча металлларнинг потенциалларини улар ионлари концентрацияси бир хил бўлганда ўлчаб кўриб, металлнинг активлигини миқдор жиҳатидан характерлашимиз мумкин. Сувга ёки таркибида шу металл иони бўлган эритмага туширилган металл билан эритма чегарасида электрод потенциалнинг ҳосил бўлиш сабаби шундаки, металл ионлари сувнинг поляр молекулаларига тортилиб, металлдан эритмага ўта бошлайди: яъни



мувозанати қарор топа бошлайди.

(Бу ерда e — электрон, n — металл ионининг мусбат зарядини ифодаловчи сон, Me — металл). Бунинг натижасида мусбат ионларининг бир қисмини йўқотган металл ортиқча электронларга эга бўлиб қолади-да, манфий зарядланади, эритма эса мусбат зарядланади, металлдан эритмага ўтган мусбат ионлар манфий зарядланган металлга тортилади ва металл сирти яқинига жойлашиб, қўш электр қават ҳосил қилади.



30-расм. Металлнинг нормал потенциални ўлчанадиган асбоб.

Потенциалига бошқа металлларнинг потенциаллари солиштириб кўриладиган стандарт электрод сифатида нормал водород электрод қабул қилинган. Нормал водород электрод ғовак платина қават билан қопланган ва сульфат кислотанинг 2 н. эритмасига туширилган платина пластинкадан иборат.

Эритмадан 1 атм босим остида тоза водород оқими тўхтовсиз ўтказиб турилади, бу водород оқими платина

билан тўқнашиб, платинага жуда кўп миқдорда ютилади. Водородга тўйинган платина пластинка худди водород электроддек таъсир этади. Бу пластинка сульфат кислота эритмасига текканда маълум бир потенциаллар айирмаси (водород электрод потенциали) ҳосил бўлади. Бу потенциаллар айирмаси нисбий потенциалларни ўлчашда шартли равишда, ноль деб қабул қилинади.

Ўз тузининг 1 литрида 1 г-ион металл иони бўладиган эритмасига туширилган металл билан нормал водород электрод орасидаги потенциаллар айирмаси металлнинг *нормал потенциали* деб аталади. Нормал потенциалларни ўлчаш учун, одатда, 30-расмда кўрсатилган асбоблардан фойдаланилади. Аслини олганда, бу асбоб гальваник элементнинг худди ўзи бўлиб, унинг бир электроди синалаётган металл бўлса, иккинчи электроди водород электроддир. Водород электроднинг потенциали ноль деб қабул қилинганлиги учун, бундай элементнинг қутбларидаги потенциаллар айирмасини ёки унинг электр юритувчи кучини ўлчаб, металлнинг нормал потенциалини топамиз.

12- ж а д в а л

Энг муҳим металлларнинг нормал потенциаллари

Металл	Ион	Потенциали, в	Металл	Ион	Потенциали, в
Li	Li^+	-3,02	Ni	Ni^{2+}	-0,250
K	K^+	-2,925	Sn	Sn^{2+}	-0,136
Ca	Ca^{2+}	-2,87	Pb	Pb^{2+}	-0,126
Na	Na^+	-2,714	H_2	2H^+	0,000
Mg	Mg^{2+}	-2,38	Sb	Sb^{3+}	+0,20
Al	Al^{3+}	-1,67	Bi	Bi^{3+}	+0,22
Mn	Mn^{2+}	-1,12	Cu	Cu^{2+}	+0,337
Zn	Zn^{2+}	-0,763	Ag	Ag^+	+0,798
Cr	Cr^{3+}	-0,74	Hg	Hg^+	+0,859
Fe	Fe^{2+}	-0,440	Au	Au^+	+1,68
Cd	Cd^{2+}	-0,40			
Co	Co^{2+}	-0,27			

12- жадвалда энг муҳим металлларнинг нормал потенциаллари кўрсатилган. Потенциаллари водород электрод потенциалидан паст бўлган металлларнинг потенциаллари минус, юқори бўлганларники плюс ишораси билан олинган.

Агар металллар, шу жумладан, водород ҳам, электронлари кучланишининг, яъни манфий нормал потенциалларининг камайиб бориши (мусбат потенциалларининг ортиб бориши) тартибда жойлаштирилса, кучланишлар қатори ҳосил бўлади.

Металлларнинг нормал потенциаллари маълум бўлса, ўз тузлари эритмасига туширилган икки хил металлдан иборат ҳар қандай гальваник элементнинг электр юритувчи кучини ҳисоблаш мумкин. Бунинг учун олинган металлларнинг нормал потенциаллари айирмасинигина ҳисоблаб чиқариш зарур.

Электр юритувчи кучлар мусбат қийматга эга бўлиши учун ҳамма вақт катта потенциалдан кичик потенциал айириб ташланади. Масалан, мис-рух элементининг электр юритувчи кучи қуйидагича бўлади:

$$\text{э. ю. к.} = 0,337 - (-0,763) = 1,100 \text{ в}$$

Маълумки, рух иони билан мис ионининг концентрацияси уларнинг тузлари эритмаларида 1 литрга 1 *г-ион* тўғри келадиган бўлгандагина, мис-рух элементининг электр юритувчи кучи юқорида чиқарилган қийматга эга. Ионларнинг концентрацияси бошқача бўлганда, металлларнинг потенциаллари Нернст чиқарган қуйидаги формула асосида ҳисоблаб топилади:

$$E = E_0 + \frac{0,058}{n} \log C$$

бунда: E — металл ионлари маълум бир концентрацияда бўлгандаги металл потенциали; E_0 — металлнинг нормал потенциали; n — металл ионларининг валентлиги; C — металл ионларининг эритмадаги концентрацияси, *г-ион/л* ҳисобида.

Масалан, рух тузининг 0,001 н. эритмасида рухнинг электрод потенциали:

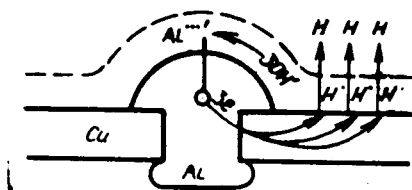
$$E = -0,763 + \frac{0,058}{2} \log 10^{-3} = -0,85 \text{ в}$$

бўлади.

Водород электроднинг водород ионлари концентрацияси 10^{-7} бўладиган нейтрал эритмадаги потенциали $-0,41 \text{ в}$ га тенг:

$$E = 0 + \frac{0,058}{1} \cdot \log 10^{-7} = -0,41 \text{ в}$$

4- §. Металллар коррозияси ва коррозияга қарши кураш чоралари. Қарийб барча металлларнинг сиртқи қавати шу металллар турган газсимон ёки суюқ муҳит таъсирида маълум даражада емирилади.



31- расм. Мис билан контактда бўлган алюминийнинг коррозияланиш схемаси.

Металлнинг атрофдаги муҳит таъсирида емирилиш процесси *коррозия* деб аталади¹.

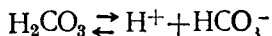
Коррозия икки хил бўлади: химиявий ва электрохимиявий коррозия. Металларга газлар (масалан, кислород, сульфид ангидрид, водород сульфид, га-логенлар ва ҳоказо) электро-литлар иштирок этмаган шаро-

итда таъсир қилса, химиявий коррозия содир бўлади.

Металл сиртида айни металл бирикмалари: оксидлари, сульфидлари, гидроксикарбонатлар ҳосил бўлади; булар кўпинча, металл сиртида зич қават ҳосил қилиб, металлнинг шу газларнинг яна таъсир этишидан сақлайди.

Металл суюқ муҳит, яъни сув ва унда эриган моддалар билан тўқнашганда бошқача ҳодиса кузатилади. Бунда ҳосил бўладиган бирикмалар шу суюқликда эриб, натижада коррозия металлнинг ички қатламларига ҳам тарқалади. Бундан ташқари, таркибида эриган моддалар бўлган сув электр токини ўтказди, бунинг натижасида электрохимиявий процесслар содир бўлиб, коррозияни вужудга келтиради ва уни тезлатади. Тоza металллар, кўпчилик ҳолларда, коррозияланмайди деса бўлади. Ҳатто темир ҳам, мутлақо тоза ҳолда зангламайди дейиш мумкин. Аммо техникада ишлатиладиган оддий металллар таркибида ҳар хил қўшимчалар бўлиб, булар коррозияга қулай шароит туғдиради.

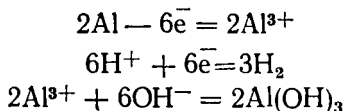
Масалан, мис тунукада алюминий мих бор, деб фараз қилайлик (31- расм). Барча қаттиқ жисмлар ҳавода намни ўзига тортиб олгани учун, бу металлларнинг сирти ҳам ниҳоятда юпка сув пардаси билан қопланиб қолади. Аммо сув, гарчи жуда оз бўлса ҳам водород ва гидроксид ионларига диссоциланади; бундан ташқари, сувда эриган карбонат ангидрид қуйидагича диссоциланади:



Демак, мис билан алюминий H^+ , OH^- ва HCO_3^- ионлари бор эритмага гўё ботиб туради. Бунда гальваник элемент ҳосил бўлади, бу элементда манфий электрод ролини алюминий, мусбат электрод ролини мис ўтайди. Иккала металл бир-бирига тегиб турганлигидан, бу элемент ўзаро туташган бўлади ва тўхтовсиз ишлаб туради; алюминий ўз ионларини эритмага беради, ортиқча электронлар эса мисга ўтиб, мис сиртида водород ионларини зарядсизлантиради.

Эритмада алюминий ионлари гидроксил ионлари билан бирикиб, алюминий гидроксид ҳосил қилади (алюминий гидроксид алюминий сиртида ажралиб чиқади):

¹ Коррозия — латинча *corrodere* — емирилиш сўзидан келиб чиққан.



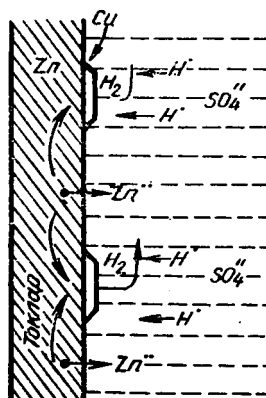
Ичида кислотанинг суюлтирилган эритмаси бор пробиркага бир бўлак химиявий тоза рух ташлаймиз. Бунда ҳеч қандай ўзгариш кузатилмайди. Реакция бўлмаслигининг сабаби шундаки, эритмага ўта бошлаган Zn^{2+} ионлари гидратланади ва рух парчасини мусбат зарядланган ионлар қавати қуршаб олади. Бу қават водород ионларининг рух юзасига жуда яқин келишига ҳамда ундан электронлар олишига имкон бермайди ва бунинг натижасида рух эриймайди. Аммо рух юзасига платина ёки мис сим тегизилди дегунча, гальваник жуфт ҳосил бўлганлиги сабабли, сим юзаси яқинида шиддатли равишда водород ажралиб чиқа бошлайди. Электронлар рухдан платинага (ёки мисга) ва ундан водород ионига ўтади, рух эса эритмага янги ионлар бериб, секин эрийди (32-расм).

Кислота эритмасига мис (II)-сульфат CuSO_4 эритмасидан бир неча томчи қўшилганда ҳам худди ана шундай ҳодиса кузатилади. Рух мисни сиқиб чиқаради ва рухнинг сирти металл ҳолидаги миснинг пўрсилдоқ қавати билан қопланади. Рух-мис гальваник жуфт ҳосил бўлади, бу гальваник жуфт худди вольтга элементи каби ишлайди. Шунинг учун «мисланган» рух кислотада водородни шиддатли равишда сиқиб чиқаради, аммо водород рух сиртида эмас, балки мис сиртида ажралиб чиқади (33-расм).

Металлнинг кислотада эриш тезлигига, қўшимчалардан ташқари металлнинг структураси, унинг ишланиш усули, кислотанинг хоссалари ва шу кабилар ҳам таъсир этади. Аммо, ҳамма ҳолларда ҳам



32-расм. Кислоталарда химиявий тоза рухнинг мис ёки платина сими билан конт-актма бўлганда эриши.



33-расм. Мисланган рухнинг сульфат кислотада эриш схемаси.

эриш процесси кислотага баъзи моддалар, асосан, органик моддалар қўшилиши билан секинлаштирилиши мумкин; кислотага қўшиладиган бундай моддалар *коррозия ингибиторлари* (коррозияни секинлаштирувчилар) деб аталади.

Баъзан ингибиторларнинг таъсири шу қадар самарали бўладики, баъзи металллар ва қотишмалар тегишли ингибиторлар қўшилган кислоталарда амалда эримайдиган бўлиб қолади.

Ингибиторлар металлларнинг эришини секинлаштиради, аммо металлларнинг оксидлари, гидроксидлари ва бошқа моддаларнинг эриш тезлигига мутлақо таъсир этмайди. Шунинг учун ингибиторлар қўшиш билан металлнинг сиртини унга қопланиб қолган бирикмалардан кислоталар ёрдамида тозалаш (масалан, темир сиртидан зангни, буғ қозонлари деворидан қуйқани кетказиш) мумкин, бунда металлга зарар етмайди.

Элементлар кучланишлар қаторида активлигининг камайиб бориши тартибида жойлаштирилганлиги учун, кучланишлар қаторида металл қанчалик чапда турган бўлса, у шунчалик осон коррозияланади деб кутиш керак эди. Ҳақиқатда эса ҳамма вақт ҳам бундай бўлавермайди. Масалан, қаторнинг бошроғига жойлашган алюминий атмосфера таъсирида бўладиган коррозияга бирмунча яхши қаршилик кўрсатади. Бунинг сабаби шуки, алюминий сиртида алюминий оксиддан иборат юпка ва эластик парда ҳосил бўлиб, бу парда алюминийни атрофдаги муҳит таъсиридан ҳимоя қилиб туради. Дарҳақиқат, бу парда бирор усул билан йўқотилди дегунча, алюминий тез коррозиялана бошлайди.

Жилвир қоғоз билан яхшилаб тозаланган алюминий пластинкани сулема (HgCl_2) эритмаси билан ҳўллаймиз. Алюминий симобни сиқиб чиқаради, симоб эса алюминий билан қўшилиб, қотишма симоб амальгамаси ҳосил қилади, симоб амальгамаси алюминий сиртида ҳимояловчи парда ҳосил бўлишига тўсқинлик қилади. Шунинг учун, ҳавода қолдирилган пластинка алюминийнинг коррозияланиши натижасида ҳосил бўлган маҳсулот — алюминий гидроксид билан қопланади.

Алюминийнинг коррозияланиши симоб билан контактда бўлиши натижасида ҳам кучаяди.

Металлар коррозияси жуда катта зарар келтиради. Бутун дунёда ҳар йили олинадиган темирнинг $\frac{1}{4}$ га яқин қисми коррозия оқибатида исроф бўлади. Шунинг учун, коррозия процессларини ўрганишга ва коррозиянинг олдини олишнинг энг яхши воситаларини қидириб топишга жуда катта эътибор берилмоқда.

Коррозияга қарши кураш усуллари ниҳоятда хилма-хил. Коррозияга қарши курашнинг энг оддий усули металл сиртини муҳитдан ҳимоя қилишдир, бунинг учун металлнинг сиртига мой бўёқ, лак, эмаль суртилади ёки бошқа металл қопланади.

Коррозия металлнинг юзасида бошланадиган процесс бўлганлиги учун ҳимояловчи металл яхлит қилиб қопланиши керак. Аммо ҳимояловчи қаватда тирналган, дарз кетган ва шу каби жойлар ҳосил бўлиб, ҳимояланган металлнинг юзаси очилиб қол-

са, металлнинг очилиб қолган юзасида коррозияга қулай шароит туғилади. Шу иккала металлнинг кучланишлар қаторида бир-бирига нисбатан тутган ўрнига қараб, коррозия процесси ҳам мутлақо ҳар хил бўлади.

Ҳимояловчи металл ҳимояланувчи металлдан кучланишлар қаторида ўнгда турган ҳолни, яъни катод қоплам деб аталадиган ҳолни кўриб чиқайлик. Оқланган, яъни қалай югуртирилган темир тунуканинг (оқ тунуканинг) коррозияланиши бунга мисол бўла олади. Қалай ниҳоятда барқарор бўлиб, темир сиртини қоплаб олганда металлни жуда яхши ҳимоя қилиб туради. Ҳимояловчи қаватнинг бузилиши ва металлнинг очилиб қолган жойига сув тегиши натижасида гальваник жуфт ҳосил бўлиб, бу жуфтда қалай мусбат электрод (катод), темир эса манфий электрод (анод) вазифасини ўтайди. Электронлар оқими темирнинг очилиб қолган юзасидан қалайга томон йўналиб, бу ерда водород ионларини зарядсизлантиради, темир эса эритмага янгидан-янги ионлар бериб емирилади (34-расм, а). Шундай қилиб, оқ тунуканинг қалайи тушиб кетган жойи оқланмаган тунукадан ҳам тезроқ занглайди.



а



б

34-расм. Коррозия схемаси: а—оқ тунука; б—рухланган тунука.

Агар ҳимояловчи металл кучланишлар қаторида ҳимояланувчи металлдан чапда турган бўлса, масалан, темир рух билан қопланса (анод қоплам) коррозия тамомилла бошқача боради. Бундай ҳолда, ҳимояловчи қават бузилса, бунда ҳам гальваник жуфт ҳосил бўлади, лекин бу ерда катод ролини темир, анод ролини рух ўтайди ва электронлар рухдан темирга томон боради; шунинг учун, рух емирилади, темир эса ҳимояланганича қолаверади (34-расм, б).

Рухнинг ҳамма қавати тамомилла бузилиб бўлгунча темир ҳимояланиб тураверади; аммо қопланган рухнинг ҳаммаси бузилиб тамом бўлиши учун кўп вақт ўтади. Бинобарин, металлни коррозиядан сақлаш учун шу металл сиртини камроқ актив металл қавати билан қоплаш ўрнига, активроқ металл қавати билан қоплаш маъқулроқ.

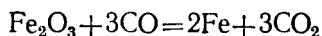
Амалда, кўпинча, коррозияга энг кўп дуч келадиган металл — темирни коррозиядан сақлаш чораси кўрилади. Темир сиртига юритиш учун рухдан ташқари, анча актив металллар, баъзан кадмий фойдаланилади. Темир сиртини қоплаш учун, камроқ актив металлдан қалай, мис ва никель ишлатилади.

Коррозияга қарши кураш усулларида протектор усулини ҳам кўриб ўтамиз. Бунда ҳимояланувчи металл буюм билан ундан активроқ металлнинг каттароқ юзаси ўртасида контакт ҳосил қилинади. Масалан, буғ қозонларига рух листлар киритила-

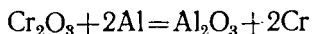
ди, бу листлар қозон деворларига тегиб туради ва улар билан гальваник жуфт ҳосил қилади.

5- §. Рудалардан металллар ажратиб олиш. Барча химиявий элементларнинг 80% дан ортиғини металллар ташкил этади. Улардан баъзилари, масалан, олтин, платина табиатда соф ҳолда учрайди. Бироқ кўпчилик металллар табиатда бирикмалар таркибида бўлади. Саноатда соф металллар ажратиб олиш учун яроқли табиий жинслар *руда* дейилади. Рудалардан металллар ажратиб олишнинг бир неча усуллари бор. Уларнинг энг муҳимлари қуйидагилардир:

1. Металлнинг оксидидан уни кўмир ёки углерод (II)-оксид воситасида қайтариш. Масалан, темир оксидидан темир суюқлантириб олиш процесси темирни углерод (II)-оксид воситасида қайтариш реакциясига асосланган:

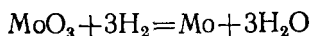
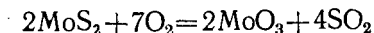
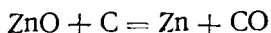
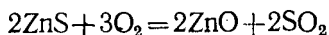


2. Металлнинг оксидидан уни активроқ металл таъсирида қайтариш. Бу усул *металлотермия* деб аталади. Ҳозирги вақтда металлотермия, асосан, қийин суюқланувчан металллар олишда қўлланилади. Масалан, хром (III)-оксидга алюминий қўшиб қиздириш натижасида хром ажралиб чиқади:

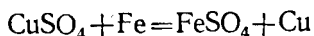


Алюминий ёрдамида қайтариш процесси *алюминотермия* дейилади. Бу процесслар натижасида иссиқлик ажралиб чиқади.

3. Металлнинг сульфидли рудасини қаттиқ қиздириб, ҳосил бўлган металл оксидидан металлни кўмир ёки водород таъсирида қайтариш. Масалан:



4. Рудадан металлни кислота, ишқор ёки тузнинг сувдаги эритмаси таъсирида бирикма ҳолида ажратиб олиш ва ҳосил бўлган эритмани электролиз қилиш ёки ўзидан активроқ металл воситасида қайтариш. Масалан:



Бу усул *гидрометаллургия* деб аталади.

5. Суюқланмаларни электролиз қилиш. Бу усул *электрометаллургия* деб аталади. Натрий, кальций, магний,

алюминий ва бошқа актив металллар электрометаллургия усули билан олинади.

Баъзи металлларни оксидларидан қайтариш учун кўмир ўрнига водород, кремний, алюминий, магний ва бошқа элементлар ишлатилади. Модомики, баъзи металллар электролиз усули билан олинар экан, электролиз ҳодисасини мукамалроқ кўриб чиқамиз.

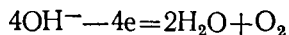
6-§. Электролиз. Электролит эритмасидан ёки суюқлантирилган электролитдан электр токи ўтказилганда содир бўладиган оксидланиш-қайтарилиш процесси *электролиз* деб аталади. Электролит эритмасидан электр токи ўтказилганда эритмадаги мусбат ионлар катодга томон, манфий ионлар анодга томон бориб, у ерда зарядсизланади. Ҳосил бўлган нейтрал атомлар ва атомлар группаси ё эритмадан ажралиб чиқади ёки ўзаро реакцияга киришиб, электролизнинг иккиламчи маҳсулотлари деб аталадиган моддаларни ҳосил қилади.

Энг актив металллар: натрий, калий ва кальцийнинг, шунингдек, магний ва алюминийнинг тузлари электролиз қилинганда, металл билан водороднинг электрод потенциаллари орасидаги айирма жуда катта бўлганлигидан, деярли водород ионлари зарядсизланади ва катодда газсимон водород ажралиб чиқади. Водород ионлари зарядсизланиб борган сари сувнинг янгидан-янги молекулалари диссоциланади, бунинг натижасида катод ёнида гидроксил ионлари тўпланиб, эритма ишқорий бўлиб қолади. Камроқ актив металлларнинг, яъни водороддан чапроқда турган металлларнинг, масалан, рух, темир, никель ва бошқаларнинг тузлари электролиз қилинганда тамомила бошқача ҳол кузатилади. Назарий жиҳатдан олганда, бу ҳолда ҳам, гарчи биринчи навбатда водород ионлари зарядсизланиши керак бўлса-да, аммо амалда катодда металл ажралиб чиқади, чунки эритмада водород ионларининг концентрацияси (металл ионлари концентрациясига қараганда) нисбатан кичик бўлади ва электрод моддаси водород ионларининг зарядсизланишини қийинлаштиради.

Энди, анодда нима бўлишини кўриб чиқайлик. Электролитнинг манфий ионлари ва сувнинг гидроксил ионлари анодга томон боради. Агар манфий ионлар таркибида кислород бўлмаса, масалан, улар Cl^- , Br^- , S^{2-} каби ионлардан иборат бўлса, анодда гидроксил ионлари эмас, балки ана шу ионлар зарядсизланади. Гидроксил ионлари эса ўз зарядларини йўқотади ва анодда хлор, бром, олтингургурт ажралиб чиқади. Агар манфий ионлар таркибида кислород бўлса (SO_4^{2-} , NO_3^- ва бошқа ионлар), анодда газ ҳолатидаги кислород ажралиб чиқади. Бу ҳолларда, афтидан, сувнинг гидроксил ионлари кислота қолдиқлари ионларига қараганда осон зарядсизланади.

Гидроксил ионларининг зарядсизланишида нейтрал гидроксил группалар ҳосил бўлиб, бу группалар эркин ҳолда мавжуд

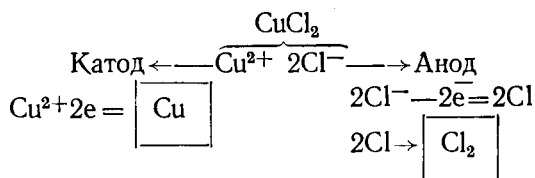
бўла олмайди ва дарҳол сув молекулалари билан кислород ҳосил қилади:



Электролизнинг бир неча ҳолларини кўриб ўтамиз.

1. Мис (II)-хлорид эритмасининг электролизи. Эритма таркибида мис ва хлор ионлари ҳамда оз миқдорда сувдан ажралиб чиқадиган водород ва гидроксил ионлари бўлади. Эритмадан ток ўтказилганда мис ионлари катодга, хлор ионлари анодга боради. Мис ионларининг ҳар бири катоддан иккитадан электрон олиб, нейтрал атомга айланади ва эритмадан ажралиб чиқади. Катод секин-аста мис билан қопланади. Шу билан бир вақтда, хлор ионлари анодга бориб, унга электронлар беради ва хлор атомларини, хлор атомлари эса хлор молекулалари (Cl_2)ни ҳосил қилади. Анодда хлор ажралиб чиқади.

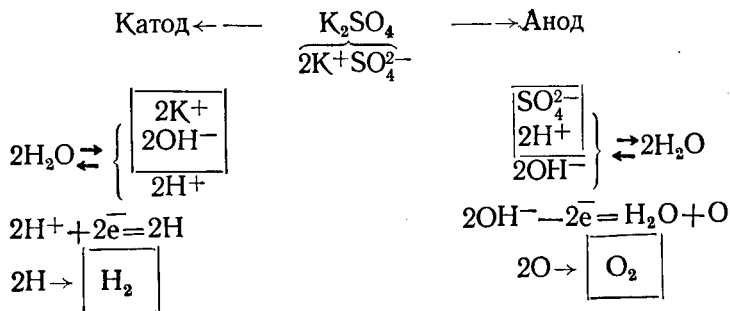
Мис (II)-хлорид эритмаси электролизининг схемаси



Катодда қайтарилиш процесси, анодда эса оксидланиш процесси содир бўлади.

2. Калий сульфат эритмасининг электролизи. Бу эритмада калий ионлари ва сульфат-ионлар, шунингдек, сувнинг водород ва гидроксил ионлари бўлади. Калий ионлари водород ионларига қараганда, SO_4^{2-} ионлар эса OH^- ионларга қараганда қийинроқ зарядсизланганлиги учун, ток ўтказилганда катодда водород ионлари зарядсизланиб водород, анодда эса гидроксил ионлари зарядсизланиб кислород ажралиб чиқади.

Калий сульфат эритмаси электролизининг схемаси

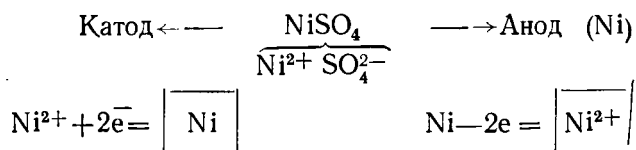


Шундай қилиб, калий сульфат эритмаси электролиз қилинганда эриган электролит ионларидан биттаси ҳам зарядсизланмайди, фақат сув ажралади, холос. Шу билан бир вақтда, сувнинг

водород ва гидроксил ионлари зарядсизланиши ҳамда калий ионларининг тўхтовсиз суратда катодга томон, сульфат ионларининг эса тўхтовсиз суратда анодга томон бориши туфайли, катод фазада ишқор (KOH) эритмаси, анод фазада кислота (H_2SO_4) эритмаси ҳосил бўлади.

Электролизнинг юқорида келтирилган мисолларида электродлар инерт материаллардан, масалан, кўмидан деб фараз қилинади. Бундай электродлар ишлатилганда ионлар катодда ҳам, анодда ҳам зарядсизланади. Агар анод маълум даражада актив металл бўлса, процесс тамомила бошқача боради. Бу ҳолда ионлар фақат катоддагина зарядсизланади; анодда эса, аксинча, металл ионлари эритмага ўтади. Масалан, анод сифатида металл ҳолидаги никель пластинка олиниб, никель сульфат NiSO_4 эритмаси электролиз қилинса, у ҳолда, катодда, худди одатдагидек, никель ажралиб чиқади, анодда эса гидроксил ионлари зарядсизланмайди ва кислород ажралиб чиқмайди, аммо никель секин-аста эриб кетади, чунки никелда ҳар қандай металлда бўлгани каби, ўз ионларини эритмага ўтказиш хусусияти бор.

Никель сульфат эритмаси (анод никель) электролизининг схемаси:



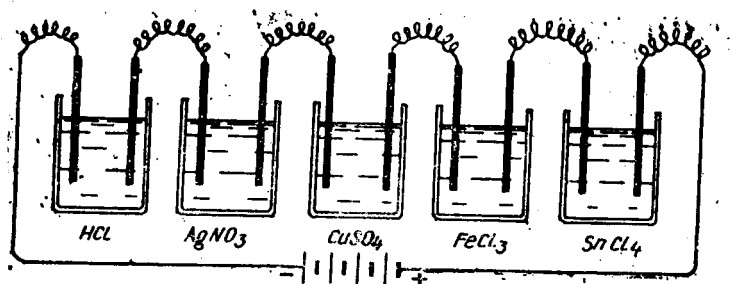
Демак, никель анод олинганда никелли туз эритмасининг электролизида катодда никель ажралиб чиқади ва анод секин-аста эриб кетади. Шу билан бирга, эритмадаги никелли туз миқдори ўзгармай қолади.

Баъзи металллар сиртига гальваник усулда бошқа металллар қоплашда эрийдиган анодлар ишлатиш усулидан кенг фойдаланилади. Сиртига, масалан, кумуш юритилиши керак бўлган буюм кумуш тузи эритмасига туширилади, бу буюм катод вазифасини ўтайди. Анод сифатида бир бўлак кумуш олинади. Шундан кейин, буюм сиртида етарли қалинликда кумуш қавати ҳосил бўлгунча ток ўтказилаверади.

Баъзи металлларни электролитик усул билан тозалаш ҳам анодларнинг эришига асосланган.

Электролиздан техникада фойдаланиш усуллариининг бири гальваноластика, яъни рельефли буюмлардан ниҳоятда аниқ металл нусхалар олиш усулидир. Бунда буюмлар сиртига маълум қалинликдаги металл қавати электролитик йўл билан қопланади.

7-§. Электролиз қонунлари. Электролиз ҳодисасини дастлаб XIX асрнинг 30-йилларида инглиз физиги Михаил Фарадей ўр-



35- расм. Электролизга оид қонунни яққол кўрсатиш учун ишлатиладиган асбоб.

ганди. У ўз текширишлари натижасида электролизга оид қуйндаги қонунларни топди:

1. Электролиз вақтида электродда ажралиб чиқадиган модданинг оғирлик миқдори эритмадан ўтган электр миқдорига тўғри пропорционал бўлади.

2. Бир нечта электролит эритмаси орқали тенг миқдорларда электр ўтказилганда электродда ажралиб чиқадиган моддаларнинг оғирлик миқдорлари айна моддаларнинг химиявий эквивалентига пропорционал бўлади.

Қуйидаги тажриба бу қонунни яққол ифодалайди. Ўз таркибида, масалан, хлорид кислота, кумуш нитрат, мис (II)- сульфат, темир (III)- хлорид ва қалай (IV)- хлорид каби моддалар бўлган бир қатор эритмалар орқали электр токи ўтказилади (35-расм).

Тажриба тугагач, эритмалар ажралиб чиққан моддалар миқдорини аниқлашга имкон берадиган асбобларга солинади (расмда асбоблар шартли равишда стаканлар шаклида кўрсатилган бўлиб, уларнинг ҳар бирига иккитадан электрод туширилган). Ҳамма эритмалар орқали мутлақо бир хил миқдордаги электр ўтиши учун электродлар кетма-кет уланади. Маълум вақт ўтгач, электродларда етарли миқдордаги электролиз маҳсулотлари тўплангандан кейин, ток ўтказилиши тўхтатилиб, ҳосил бўлган моддалар ўлчаб кўрилади. Хлорид кислота эритмасидан 1 г водород, яъни 1 г-атом водород ажралиб чиқиши учун кетган вақт ичида қолган бошқа эритмалардан қуйида кўрсатилган миқдорда металллар ажралиб чиқади:

13- ж а д в а л

Электролит	AgNO_3	CuSO_4	FeCl_3	SnCl_4
Катодда ажралиб чиққан металл миқдори, г	107,9	31,8	18,6	29,7
Металлнинг атом оғирлиги	107,87	63,54	55,847	118,19

Ажралиб чиққан металллар миқдорини шу металлларнинг атом оғирликлари билан таққослаб 1 г-а кумуш, $\frac{1}{2}$ г-а мис, $\frac{1}{3}$ г-а темир ва $\frac{1}{4}$ г-а қалай ажралиб чиққанлигини кўрамиз, яъни катодда ажралиб чиқадиган моддалар миқдори уларнинг г-эквивалентларига тенг.

Электролиз вақтида 1 экв модда ажратиб чиқариш учун зарур электр миқдори 96500 кулонга тенглиги ўлчаш йўли билан топилган. Шунга кўра, электролизга доир иккинчи қонунни қуйидагича таърифлаш мумкин:

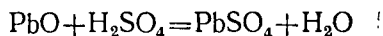
Электролит эритмасидан ҳар қандай модданинг 1 г-экв миқдорини ажратиб чиқариш учун шу эритма орқали 96500 кулон ток ўтказиш керак.

Бў қонун турли элементларнинг эквивалентини бевосита аниқлашга ёрдам беради.

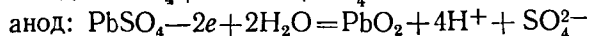
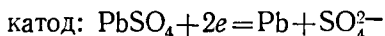
8- §. Аккумуляторлар. Электр энергиясини йиғишга ва керак бўлганда бу энергиядан фойдаланишга имкон берадиган асбоблар *аккумуляторлар* дейилади. Ҳар қандай тескари гальваник элемент аккумулятор вазифасини бажара олади. Электролиз ёрдамида электр энергия химиявий энергияга айлантирилгандан кейин асбобдан гальваник элемент сифатида фойдаланилса, шу энергияни қайтадан электр энергияга айлантириш мумкин.

Амалда кислотали (қўрғошинли) ва ишқорий (темир-никелли, кадмий-никелли, кумуш-рухли) аккумуляторлар кўп қўлланилади.

Қўрғошинли аккумулятор. Бундай аккумуляторлар қўрғошин (II)-оксид PbO бўтқаси тўлдирилган панжара шаклидаги қўрғошин пластинкалардан иборат. Пластинкалар сульфат кислотанинг зичлиги $1,18—1,22 \text{ г/см}^3$ ($1,18 \cdot 10^3—1,22 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$) бўлган 25—30% лн эритмасига ботирилган бўлади. Қўрғошин (II)-оксиднинг сульфат кислота билан ўзаро таъсири натижасида пластинка сиртида қийин эрувчан қўрғошин сульфат қатлами ҳосил бўлади:

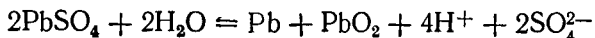


Аккумуляторда химиявий энергияни тўплаш учун уни зарядлаш керак. Бунинг учун қўрғошин пластинканинг бири ўзгармас электр токининг манфий қутбига, иккинчиси эса мусбат қутбига уланади. Электролиз натижасида электр энергияси химиявий энергияга айланади. Электродларда содир бўладиган процессларни қуйидаги тенгламалар билан ифодалаш мумкин:

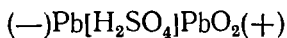


Тенгламалардан кўриниб турибдики, манфий электродда Pb^{2+} ионлар иккитадан электрон бириктириб олиб, қўрғошин атомига айланади. Мусбат электродда қўрғошин сульфат PbO_2 га айланади. PbO_2 ҳосил бўлишига сабаб шуки, Pb^{2+} ионлари иккитадан

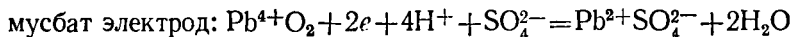
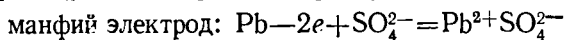
электрон йўқотиб, Pb^{4+} ионларига айланади. Иккала тенгламани умумлаштириб аккумуляторни зарядлаш процессини ифодаловчи қуйидаги умумий тенгламани ҳосил қиламиз:



Аккумуляторни зарядлаш натижасида битта электродда қайтариш хоссасига эга бўлган ғовак қўрғошин, иккинчи электродда оксидлаш хоссасига эга бўлган қўрғошин (IV)-оксид ҳосил бўлади. Демак, электродлар оксидланиш-қайтарилиш хусусиятига кўра ҳар хил бўлиб қолади ва улар орасида потенциаллар айирмаси вужудга келади. Бошқача қилиб айтганда, аккумулятор зарядланганда гальваник элемент ҳосил бўлиб, унда қўрғошин манфий электрод, қўрғошин (IV)-оксид мусбат электрод вазифасини ўтайди:



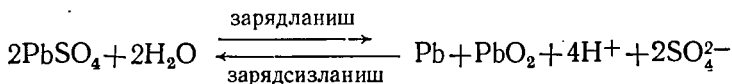
Зарядланган аккумуляторларнинг электродлари ўтказгич орқали туташтирилганда, электронлар манфий электроддан мусбат электродга томон ҳаракатланади, яъни электр токи пайдо бўлади ва химиявий энергия электр энергиясига айланади. Электродларда қуйидаги процесслар боради:



Иккала тенгламани қўшсак, аккумуляторнинг зарядсизланиш процессини ифодаловчи қуйидаги тенглама келиб чиқади:



Аккумуляторни зарядсизлашда уни зарядлашдагига тескари процесс боришини назарда тутиб, иккала процессни битта умумий тенглама билан ифодалаш мумкин:



Қўрғошинли аккумулятор зарядсизланганда пайдо бўладиган электр токининг кучланиши 2в дан юқори.

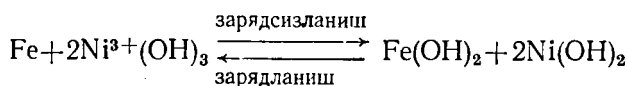
И ш қ о р и й а к к у м у л я т о р л а р. Темир-никелли аккумуляторлар амалда катта аҳамиятга эга. Бундай аккумуляторда манфий электрод вазифасини махсус қўшимча қўшиб прессланган кукун ҳолидаги темир, мусбат электрод вазифасини эса электр ўтказувчанлигини кучайтириш учун тоза графит қўшилган никель гидроксид $\text{Ni}(\text{OH})_3$ ўтайди. Электролит сифатида ўювчи калийнинг зичлиги $1,21 \text{ г/см}^3$ ($1,21 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$) бўлган 23% ли эритмаси ишлатилади. Темир-никелли аккумуляторни зарядсизлашда қуйидаги химиявий процесслар содир бўлади:

манфий электрод: $\text{Fe} - 2e + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$

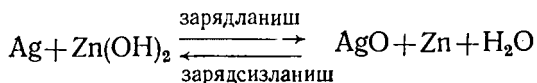
мусбат электрод: $\text{Ni}(\text{OH})_3 + e = \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$

Темир атомлари иккитадан электрон йўқотиб, Fe^{2+} ионларга айланади ва Fe^{2+} ионлар OH^- ионлар билан бирикиб, гидроксид $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ҳосил қилади; $\text{Ni}(\text{OH})_3$ нинг Ni^{3+} ионлари биттадан электрон бириктириб олиб Ni^{2+} ионларга айланади, бу ионлар эса никель гидроксид $\text{Ni}(\text{OH})_2$ таркибига киради; бу реакцияда гидроксид ионларининг бир қисми эркин ҳолда қолади.

Аккумуляторни зарядлашда тескари процесс боради. Шу сабабли темир-никелли аккумуляторни зарядсизлантириш ва зарядлашда электродларда содир бўладиган реакцияларни қуйидаги тенгламалар билан ифодалаш мумкин:



Темир-никелли аккумуляторларда токнинг кучланиши 1,35 в бўлади. Кейинги вақтларда кумуш-рухли аккумуляторлар кенг қўлланила бошлади. Бундай аккумуляторларнинг бир электроди металл ҳолидаги кумушдан, иккинчиси рух гидроксиддан тайёрланади. Зичлиги $1,4 \text{ г/см}^3$ ($1,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$) бўлган ўювчи калий электролит вазифасини ўтайди. Кумуш-рухли аккумуляторни зарядлашда ва зарядсизлантиришда содир бўладиган химиявий реакцияларни қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



Бундай аккумуляторларда кучланиш 1,85 в бўлади.

Аккумуляторлардан телефон, телеграф станциялари, радио-установкалар, тепловоз, сув ости кемалари, трактор, электрокарлар ва автомобилларда ҳамда поездларни ёритишда фойдаланилади.

9-§. Қотишмалар. Металлар сувда, спиртда, эфирда ва бошқа эритувчиларда эримайди, аммо суюқлантирилган ҳолда бири-бирида эрий олади ва совутилганда *қотишмалар* ҳосил қилади. Суюқлантирилган баъзи металллар совитилганда улар кристалларининг механикавий аралашмаси ҳосил бўлади. Суюқлантирилган металлларнинг кўпи ҳар қандай нисбатда бир-бирида эрий олади. Аммо баъзи металллар бир-бирида фақат маълум чегарагача эрийди. Масалан, суюқлантирилган рух билан суюқлантирилган қўрғошин аралаштирилиб, аралашма совитилгандан кейин икки қават: рухни эритган қўрғошиндан иборат пастки қават ва қўрғошинини эритган рухдан иборат устки қават ҳосил бўлади.

Суюқлантирилиб сўнгра совитилганда баъзи металллар бири-бири билан реакцияга киришиб, химиявий бирикмалар ҳосил қи-

лиши ҳам мумкин. Шу сабабли, одатда қотишмалар эркин металллар билан шу металлларнинг химиявий бирикмаларидан иборат аралашмалардир. Химиявий бирикмалар ҳосил бўлишида, кўпинча иссиқлик ажралиб чиқади. Масалан, суюқлаштирилган мисга алюминий қўшилганда ажралиб чиққан иссиқлик таъсирида бутун масса қизиб, оппоқ чўғ ҳолига келади.

Кўп металллар бир-бири билан бирикиб, бир неча хил бирикма ҳосил қилади, масалан, AuZn , Au_3Zn_5 , AuZn_3 , Na_4Sn , NaSn , NaSn_2 ва бошқалар.

Қаттиқ қотишмалар, баъзан, мутлақо бир жинсли бўлади; бундай ҳолда улар ё маълум таркибли химиявий бирикмадан ёки маълум таркибли қаттиқ эритмадан иборат бўлади. Агар қотишмани ҳосил қилган металллардан бирининг кристалл панжарасидан иккинчи металл атомлари жой олса ёки ўрин алмашса, қаттиқ эритма ҳосил бўлади, бунда кристалл панжарасининг структураси сақланиб қолган металл, эритувчи структураси сақланиб қолмагани эрувчи бўлади. Бундай қаттиқ эритмада иккала металл атомлари ҳам бўлади, қотишманинг бир жинсли бўлишига сабаб ана шу. Аммо қотишмаларнинг кўпи бир жинсли бўлмай, айрим металлларнинг кристаллари билан шу металлларнинг химиявий бирикмалари аралашмасидан иборат бўлади. Металлар фақат бир-бири билан эмас, балки баъзи металлоидлар билан ҳам қотишмалар ҳосил қилади; масалан, чўян ва пўлат темирнинг углерод билан ҳосил қилган қотишмаларидир.

Агар қотишма таркибидаги металллар (компонентлар) химиявий бирикма ёки қаттиқ эритма ҳосил қилмаса, қотишма совитилганда компонентлардан бири қаттиқ ҳолатда олдин ажралиб чиқа бошлайди. Масалан, 10 оғ. қисм қўрғошин ва 90 оғ. қисм қалайдан иборат суюқ қотишма совитилганда, қалай кристаллари ажралиб чиқади.

Қотишмадан қалай ажралиб чиқа бошлагандаги температура тоза қалайнинг қотиш температурасидан паст бўлади. Ичида қўрғошин эриган қалайнинг қотиш температураси пасайишини топиб, қўрғошиннинг молекуляр оғирлигини ҳисоблаб чиқариш мумкин; бунда ҳам сувдаги эритмаларда эриган модданинг молекуляр оғирлигини аниқлаш қоидаларидан фойдаланилади. Шу йўл билан кўп металлларнинг молекуляр оғирликларни топилган.

Бундай текшириш натижасида металллар ўзининг суолтирилган эритмаларида, кўпинча, айрим атомлар ҳолида бўлиши аниқланган.

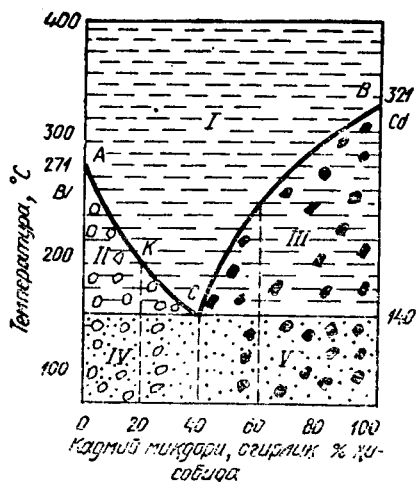
Қотишмаларнинг таркибини аниқлашда химиявий анализ методлари унча қўл келмайди, чунки бундай ҳолларда кўпинча, металлларнинг ҳосил бўлган бирикмаларини қотишмадан ажратиш мумкин бўлмайди. Шунинг учун қотишмаларни ўрганишда, асосан, текширишнинг физикавий методларидан фойдаланилади. Бу методларни топишда совет олими Н. С. Курнаковнинг роли катта; Н. С. Курнаков янги-илмий метод — *физика-химиявий анализ* методини яратди.

Физика-химиявий анализ, одатда, икки моддадан ҳосил бўлган системанинг таркибини тўхтовсиз суратда ўзгартириб туриб, унинг бирор физикавий хоссаси (буғининг босими, су-юқланиш температураси, зичлиги, қовушоқлиги, электр ўтказувчанлиги ва бошқалар) ўзгаришини миқдорий жиҳатдан текширишга имкон беради. Текшириш натижалари таркиб-хосса диаграммасига қўйиб чиқилади; бундай диаграмма тузишда ҳамма вақт абсциссалар ўқига системанинг миқдорий таркиби (концентрация), ординаталар ўқига текширилган физикавий хоссанинг сон қиймати қўйилади. Бундай диаграммалар ҳосил қилинган эгри чизиқларнинг шаклига қараб, системада ўзгаришлар бор-йўқлигини билишгагина эмас, балки ўзгаришларнинг характери, ҳосил бўладиган маҳсулотларнинг таркиби, қаттиқ эритмаларнинг ҳосил бўлиши ва бошқалар тўғрисида муайян кўрсатмалар олишга ҳам имкон беради. Ҳозирги вақтда металлургия, силикат, химия ва бошқа саноат тармоқларида бир қатор проблемаларни ҳал қилишда физика-химиявий анализ методларидан кенг фойдаланилмоқда.

Курнаковнинг металл қотишмаларни табиатини аниқлаш юзасидан олиб борган кўп ишлари қотишмалар қотаётган вақтда содир бўладиган процессларни тушуниш ишига катта аниқлик киритди. Масалан, Курнаков қотишмаларни ўрганишда таркиби бирмунча ўзгара оладиган химиявий бирикмаларни кашф этди. Курнаков ўзгарувчан таркибли бундай бирикмаларни француз олими Бертоле (1748—1822) шарафига *бертоллидлар* деб, ўзгармас таркибли одатдаги бирикмаларни эса *дальтонидлар* деб атади.

Қотишмаларни ўрганишда физика-химиявий анализ усуллари-дан энг кўп қўлланиладигани *термик анализ* бўлиб, бу анализнинг асосини ўтган асрнинг олтинчи йилларида рус металлурги Д. К. Чернов яратган эди.

Термик анализ қотишмаларнинг ҳолат диаграммаларини тузиш ва бу диаграммаларни ўрганишдан иборат, бу диаграммалар қотишмаларнинг суюқланиш температуралари уларнинг процент концентрациясига (таркибий қисмларининг процент ҳисобида ифодаланган миқдорига) қандай боғлиқ эканлигини кўрсатади.



36- расм. Висмуд-кадмий системасининг ҳолат диаграммаси.

Термик анализ тўғрисида тушунча ҳосил қилиш учун бир неча мисол кўриб ўтамиз. 36-расмда висмут-кадмий системасининг ҳолат диаграммаси кўрсатилган. Бу диаграммада абсцисалар ўқига қотишманинг концентрацияси, ординаталар ўқига эса температура қўйилган. *ABC* чизиқнинг *A* нуқтаси тоза висмутнинг суюқланиш температураси (271°C) ни кўрсатади. Висмутга кадмий қўшиб борилган сари қотишманинг суюқланиш температураси *C* нуқтагача пасаяди, кадмийнинг миқдори янада ортиб бориши билан қотишманинг суюқланиш температураси *CB* эгри чизиғи бўйлаб кўтарилади ва *B* нуқтагача етади. *B* нуқта тоза кадмийнинг суюқланиш температураси (321°C) ни кўрсатади. Агар кадмийнинг миқдорини ўзгартирмасдан унга секин-аста висмут қўшиб борилса, суюқланиш температураси аввал *C* нуқтагача пасайиб, шундан кейин *A* нуқтагача кўтарилади.

Таркибида, масалан, 20% кадмий ва 80% висмут бўлган суюқ қотишма совитилганда бу қотишмадан *K* нуқтага тўғри келади-ган температурада тоза висмут кристаллана бошлайди ва қолган суюқ қотишмада висмутнинг миқдори камайиб боради. Висмут кристаллари ажралиб чиқиши билан температура пасаяди, температура *C* нуқтага (140°C га) етганда суюқ қотишманинг қолган ҳаммаси ўзгармас температурада кристаллана бошлайди. Таркибида 60% кадмий ва 40% висмут бўлган суюқ қотишма совитилганда унда ҳам худди юқоридагидек ҳодиса содир бўлади, аммо бунда даставвал кадмий кристаллана бошлайди.

Висмут билан кадмий қотишмалари суюқланиш температурасининг энг паст нуқтаси бўлган температура 140°C — *эвтектикавий температура* деб, таркиби жиҳатидан шу температурага мувофиқ келади-ган қотишма эса *эвтектикавий* қотишма ёки, тўғридан-тўғри *эвтектика* деб аталади. Юқорида кўриб ўтилган мисолда эвтектика таркибида 40% кадмий ва 60% висмут бор.

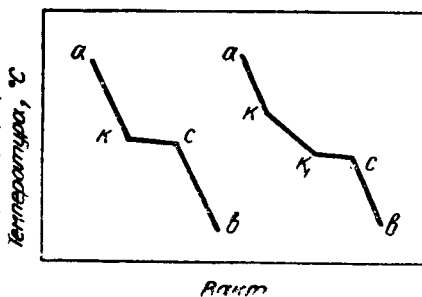
Таркибида 40% дан кам кадмий бўлган суюқ қотишма совитилганда ундан висмут кристаллана бошлайди, бунда висмут эритувчи, кадмий эрувчи бўлади. Диаграмманинг *C* нуқтасида висмут билан кадмийнинг вазифаси алмашинади. Таркибида 40% дан кўпроқ кадмий бўлган қотишмалардан даставвал кадмий кристаллана бошлайди, бунда кадмий эритувчи, висмут эса эрувчи бўлади.

Эвтектика металлографик микроскопда кўрилса, у висмут билан кадмийдан иборат жуда майда кристалларнинг механикавий аралашмаси эканлиги маълум бўлади. Висмут билан кадмийнинг эвтектик таркибдан бошқача таркибли қотишмалари бу металллардан бирининг йирик кристаллари билан эвтектикадан иборат бўлади.

Юқорида баён этилганларга мувофиқ, диаграмма (36-расмга қаралсин) бешта соҳага бўлинади: I — кадмий билан висмутдан иборат суюқ қотишма, II — суюқ қотишма билан висмут кристаллари аралашмаси, III — суюқ қотишма билан кадмий кристаллари аралашмаси, IV — эвтектика билан висмут кристаллари аралашмаси

ва, ниҳоят, V— эвтектика билан кадмий кристаллари аралашмаси.

Ҳолат диаграммалари, одатда қотишмаларнинг совиш эгри чизиқлари асосида тузилади. Бундай чизиқлар ҳосил қилиш учун иккита тоза металл олиб, улардан ҳар хил таркибли бир нечта аралашма тайёрланади ва бу аралашмаларнинг ҳар бири суюқлантирилиб, сўнгра аста-секин совиштилади ҳамда қотаётган қотишманинг температураси маълум вақт оралиқларида ўлчаб борилади. Кузатиш натижасида олинган маълумотлар асосида совиш эгри чизиқлари тузилади; бунинг учун абсциссалар ўқига вақт, ординаталар ўқига эса температура қўйилади. 37- расмда чап томондаги эгри чизиқ тоза металлнинг совиш эгри чизиги, ўнг томондагиси қотишманинг совиш эгри чизигидир.

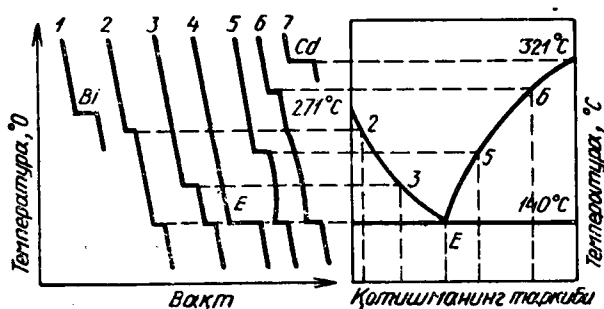


37- расм. Совиш эгри чизиқлари.

Температура даставвал *ак* эгри чизиқ бўйлаб бир текисда пасаяди (37- расм, чап томондаги эгри чизиқ); *к* нуқтага келиб, эгри чизиқ синади, бунда қаттиқ фаза ҳосил бўла бошлайди, бу процесс иссиқлик ажралиб чиқиши билан боради ва шунинг учун температура маълум вақтгача ўзгармай туради (совиш чизиги абсциссалар ўқига параллел бўлади). Суюқлантирилган металлнинг ҳамма массаси кристалланиб бўлгандан кейин, температура *св* чизиқ бўйлаб яна бир текис пасая бошлайди.

Баъзан, батамом кристалланиб бўлган металлнинг совиш эгри чизигида ҳам температура пасаяётганда абсциссалар ўқига параллел чизиқ ҳосил бўлиши кузатилади. Бу ҳодиса кристалланиб бўлган металлда ҳам иссиқлик ажралиб чиқиши билан содир бўладиган бирор процесс (экзотермик процесс) боришини кўрсатади. Металлнинг бир аллотропик шаклдан бошқа бир аллотропик шаклга ўтиш процесси ана шундай процесслардандир.

Икки металлдан иборат қотишманинг совиш эгри чизиги бошқачароқ бўлади (37- расм, ўнгдаги эгри чизиқ). Бу эгри чизиқда ҳам *к* нуқта қотишманинг қота бошлашига, яъни қотишма таркибидаги металллардан бирининг кристаллана бошлашига мувофиқ келади. Бунда суюқлигича қоладиган қотишманинг таркиби ўзгаради ва унинг қотиш температураси кристалланиш вақтида тўхтовсиз пасайиб боради. Аммо кристалланиш вақтида ажралиб чиқадиغان иссиқлик совишни секинлаштиради, бунинг натижасида *к* нуқтада эгри чизиқ бир оз синади. Қотишма эвтектик таркибга эришгунча ортиқча компонентнинг кристалланиши ва температуранинг бир текисда пасайиши давом этади. Қотишма эвтектик таркибга эришганда, яъни ортиқча компонент батамом кристалланиб бўлгандан кейин, температура пасайишдан тўхтай-



38- расм. Қотишмаларнинг совиш эгри чизиқлари асосида ҳолат диаграммасининг тузилиши

ди (κ_1 нуқта), чунки эвтетик қотишма ўзгармас температурада кристалланади. Эвтетик қотишма кристаллиниб бўлгандан кейин, температура *св* чизиқ бўйлаб яна бир текисда пасая бошлайди.

Икки металлдан иборат ҳар хил таркибли қотишмаларнинг юқорида баён этилган йўл билан ҳосил қилинган бир нечта совиш эгри чизиги асосида шу системанинг ҳолат диаграммаси тузилади.

Қотишмаларнинг хоссалари улар компонентларининг хоссаларидан кўп жиҳатдан фарқ қилади ва, одатда айни компонентлар хоссаларининг ўртача арифметик қиймати бўла олмайди, чунки бу компонентлар қўшиб суяқлантирилганда турли химиявий бирикмалар ёки қаттиқ эритмалар ҳосил бўлади.

Қотишмаларнинг суяқланиш температураси, кўпинча, шу қотишма таркибидаги энг осон суяқланадиган металлнинг суяқланиш температурасидан паст бўлади. 4 оғ. қисм қўрғошин, 2 оғ. қисм қалай, 6 оғ. қисм висмут ва 1 оғ. қисм кадмийдан иборат қотишма суяқланиш температураси энг паст қотишмага мисол бўла олади. Бу қотишма 75°C га яқин температурада суяқланади, ҳолбуки, юқорида баён этилган тўрт хил металлнинг энг осон суяқланадигани қалай бўлиб, унинг суяқланиш температураси $231,9^{\circ}\text{C}$ га тенг.

Аксинча, қотишмалар, одатда, шу қотишмани ташкил этган металлларнинг ҳар биридан қаттиқ бўлади. Таркибида қаттиқ эритмалар бор қотишмалар жуда қаттиқ ва пухта бўлади. Металлар қўшиб суяқлантирилганда айни металлларнинг химиявий бирикмалари ҳосил бўлса, қотишма янада қаттиқ ва мўрт бўлади.

XX б о б

КОМПЛЕКС БИРИКМАЛАР

1-§. Комплекс бирикмаларнинг тузилиши. Атомлари ўзаро электровалент ёки ковалент боғланиш орқали бириккан одатдаги мураккаб модалардан ташқари, атомлари ёки атомлар группалари валент ва координацион боғлар билан бириккан мурак-

каб моддалар ҳам бор. Бундай моддалар *комплекс бирикмалар* деб аталади.

Даврий системанинг биринчи группа қўшимча (мис) группа-часидаги элементлар нонлари бошқа ионларни ёки нейтрал молекуларни (масалан, NH_3 , H_2O ни) бириктириб олиб, бирмунча мураккаб комплекс ионлар ҳосил қилиш хусусиятига эга.

Молекуласида комплекс ионлар бор моддаларнинг сувдаги эритмалари буғлатилса комплекс ионлар эритмадаги қарама-қарши зарядли ионлар билан бирлашиб, турли комплекс бирикмалар ҳосил қилади.

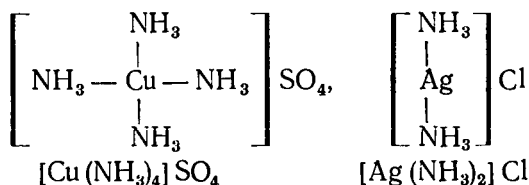
1893 йилда Альфред Вернер комплекс ионларнинг ҳосил бўлишини батафсил изоҳлаб берувчи *координацион назария* яратди. Бу назария валент боғланиш тўғрисидаги ўша замон учун янги тасаввурларга асосланган эди.

Координацион назарияга кўра комплекс бирикма таркибидаги ионлардан бири, одатда, мусбат зарядли ион марказий ўринни эгаллайди ва *комплекс ҳосил қилувчи* деб аталади. Унинг атрофида маълум сондаги қарама-қарши зарядли ионлар ёки нейтрал молекуларлар маълум масофада жойлашади, яъни координатланади ва *аддендлар* ёки *лигандлар* деб аталади. Аддендлар бирикманинг ички координацион сферасини ташкил этади.

Ички сферадан ташқари яна ташқи сфера ҳам бўлади, баъзи ионлар марказий иондан бирмунча узоқда туради ва ташқи координацион сферани ташкил этади. Масалан, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ комплекс тузида комплекс ҳосил қилувчи уч валентли темир иони бўлиб, аддендлар — циан ионларидир. Ташқи координацион сферада калий ионлари жойлашган.

Комплекс бирикмаларнинг формулаларини ёзишда ички сферани ташқи сферадан ажратиш мақсадида ички сферани ташкил этувчи комплекс ион квадрат қавслар ичига олиб ёзилади, масалан: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$; $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$; $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ва ҳоказо.

Комплекс бирикмалар тузилишини яққолроқ тасаввур этиш мақсадида кўпинча ёйиқ структура формулалар ҳолида ёзилади. Масалан:



Комплекс ҳосил қилувчи билан бевосита бириккан аддендларни нейтрал молекуларлар ёки ионлардан ташқари, бир вақтнинг ўзида ҳам нейтрал молекуларлар, ҳам мусбат зарядли ионлар ҳосил қилиши мумкин, масалан $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$.

Бу бирикмадаги хлор ионларининг нечтаси ташқи сферада ва нечтаси ички сферада бўлиши шу модданинг хоссаларини ўрганиш йўли билан аниқланади. Масалан, аини модданинг электр ўтказув-

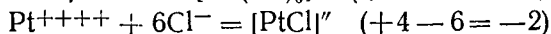
чанлигини ўргатиш шуни кўрсатадики, бу модда электролит бўлиб, унинг электр ўтказувчанлиги хлор ионларининг ҳаммаси ташқи сферага жойлашган $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4$ никдан кичик, демак у эритмага камроқ ион юборади, шу билан бирга кумуш нитрат эритмаси бу модда эритмасидан хлор ионларининг фақат ярмини (тўрттадан иккитасини) чўктиради, бинобарин, унинг тузилиш формуласи $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$ бўлиши керак.

Комплекс бирикма таркибидаги марказий ион билан боғланган нейтрал молекулалар ва ионларнинг умумий сони комплекс ҳосил қилувчининг *координацион сони* деб аталади ҳамда бирикманинг асосий хоссаси ҳисобланади. Масалан, платинанинг юқорида келтирилган бирикмасида комплекс ҳосил қилувчи тўрт валентли платина ионининг координацион сони олтига тенг.

Координацион соннинг катта-кичиклиги, асосан, комплекс ҳосил қилувчи марказий ионнинг валентлигига, унинг ион радиусига, лиганднинг радиусига ва эритмада бўлган лиганд концентрациясига боғлиқ. Энг кўп учрайдиган координацион сон 4 ва 6 дир, масалан, темир, хром, никель, кобальт, тўрт валентли платинанинг координацион сонлари олтига тенг; икки валентли мис, уч валентли олтин, икки валентли рух, снмоб ва кадмийларнинг координацион сони тўртга тенг.

Баъзан бошқа координацион сонлар ҳам учрайди, масалан, кумуш ва бир валентли миснинг координацион сони иккига тенг, айрим ҳолларда комплекс ҳосил қилувчининг координацион сони одатдагидан кичик бўлиши ҳам мумкин. Айни ионга хос бўлган максимал координацион сони етишмайдиган бирикмалар *координацион тўйинмаган бирикмалар* деб аталади. Бундай бирикмалар бирмунча кам учрайди.

Комплекс ионнинг заряди шу ионни ҳосил қилувчи оддий ионлар зарядларининг алгебраик йиғиндисига тенг бўлади. Масалан:



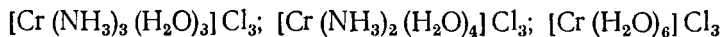
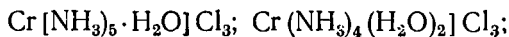
Комплекс таркибига кирувчи нейтрал молекулалар, масалан NH_3 , NO ва бошқалар шу комплекснинг зарядига таъсир этмайди. Шунга кўра комплекс ионнинг зарядини ҳисоблаб топишда уларни ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

Ички координацион сфера фақат нейтрал молекулалардан тузилган бўлса, комплекс ионнинг заряди комплекс ҳосил қилувчининг зарядига тенг бўлади. Масалан, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ нинг заряди мис иони Cu^{2+} нинг заряди (+2) га тенг.

Ташқи координацион сферадаги ионларнинг зарядига қараб ҳам комплекс ионнинг зарядини аниқлаш мумкин: масалан, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ бирикмасидаги комплекс ионнинг заряди — 4 га тенг, чуққи ташқи сферани тўртта K^+ ионлари ташкил этади.

Комплекс бирикмаларнинг ички координацион сферасидаги нейтрал молекулалар ўрнини бошқа молекулалар ёки манфий ион.

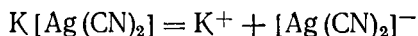
лар олиши мумкин. Масалан, кобальтнинг комплекс тузи $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ да NH_3 молекулалари ўрнини NO_2 билан алмаштириб, қуйидаги бирикмаларни ҳосил қилиш мумкин: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_2]\text{Cl}_2$; $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{NO}_2)_2]\text{Cl}$; $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$; $[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]\text{K}$; $[\text{Co}(\text{NH}_3)(\text{NO}_2)_5]\text{K}_2$; $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]\text{K}_3$. Комплексидаги аммиак молекулалари ўрнини сув молекулалари билан алмаштириш мумкин, масалан, хромнинг комплекс тузи $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ таркибидаги аммиак молекулалари сув молекулалари билан бирин-кетин алмаштирилса, қуйидаги комплекс тузлар ҳосил бўлади:



бу туз сувдаги эритмасида $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ ионларини ҳосил қилиб парчаланади. У $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ таркибли кристаллгидратдир. Демак, кристаллгидратларни ҳам комплекс бирикмалар деса бўлади Бошқа металлларнинг ҳам таркибида олти молекула суви бўлган кристаллгидратлари маълум, масалан, темир (III)-хлорид $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, алюминий (III)-хлорид $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, никель (II)-хлорид $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Координацион назарияга кўра бу тузларнинг тузилишини комплекс бирикмаларнинг тузилишига ўхшатиб ёзиш мумкин: $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$; $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$; $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$. Кристаллизация сувининг бир қисми комплекснинг ташқи сферасида тура оладиган бошқа кристаллгидратларни ҳам *комплекс тузлар* деб қараш мумкин, мис сульфатнинг беш молекула сувли кристаллгидрати $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ бунга яққол мисолдир. Мис сульфат кристаллгидратининг тузилишини қуйидагича ифодалаш мумкин: $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4] \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

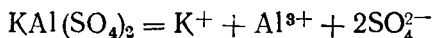
Қўшалоқ тузлар, масалан, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ёки $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ни ҳам комплекс бирикмалар деб қараш мумкин. Комплекс тузлар ҳам қўш тузлар каби иккита оддий туздан ҳосил бўлади ва қўш тузларнинг формулаларига ўхшаш формулалар билан ифодаланади. Масалан: $\text{AgCN} + \text{KCN} = \text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ ёки $\text{AgCN} \cdot \text{KCN}$.

Комплекс тузлар диссоциланганда комплекс ионлар ҳосил қилади:



Комплекс тузлар ана шу хусусияти билан қўшалоқ тузлардан фарқ қилади.

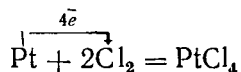
Қўшалоқ тузлар диссоциланганда эса оддий тузлар каби ўзини ташкил этган металлларнинг катионлари билан кислота қолдиги анионига диссоциланади:



Шундай қилиб, қўшалоқ тузлар комплекс тузларнинг ўзи бўлиб, фақат уларнинг ички координацион сфераси жуда беқарордир. Ҳар қандай қўшалоқ туз эритмасида ҳамма вақт маълум сонда комплекс ионлар бўлади.

2- §. Комплекс бирикма ҳосил қилувчи кучларнинг табиати. Ҳозирги вақтда комплекс бирикмаларнинг ҳосил бўлишини химиявий бирикмалар ҳосил бўлишига оид умумий назариялар — электростатик назария ва ковалент боғланишлар назариялари асосида изоҳлаш мумкин.

Электростатик назарияга кўра марказий атом ёки ион билан аддендлар орасидаги боғланиш заррачаларнинг электростатик тортишуви натижасида вужудга келади ва бу боғланиш ўз табиати жиҳатидан ион боғланишга ўхшайди. Масалан, комплекс туз $K_2[PtCl_6]$ нинг ҳосил бўлишини бу назария қуйидагича изоҳлайди. Бу туз платина (IV)-хлорид $PtCl_4$ билан калий хлориднинг бирикшидан ҳосил бўлган. Платина хлор таъсирида ўзининг ташқи қаватидаги тўртта электронини хлор атомига бериб, тўрт валентли платина ионига, хлор эса манфий зарядли ионга айланади ва ҳосил бўлган қарама-қарши ионлар ўзаро электростатик тортишув натижасида $PtCl_4$ тузини ҳосил қилади:



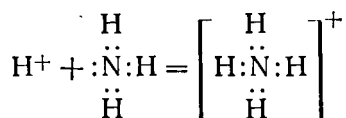
Аммо тўртта хлор ионининг боғланган бўлиши, платина иони бошқа хлор ионларига таъсир этиш хусусиятидан мутлақо чекламайди. Шунинг учун, агар хлорнинг бошқа ионлари платина ионига яқин бўлса, платина иони уларни дарҳол ўзига торта бошлайди. Аммо платина ионига яқин келаётган ҳар қайси хлор ионини платина билан боғланган тўртта хлор иони итаради. Агар платина ионининг тортиш кучи хлор ионларининг итариш кучидан кўп бўлса, хлорнинг янги ионлари платина иони билан бирикади. Яна бошқа хлор ионларининг бирикиши билан итариш кучи ортиб боради ва, ниҳоят, бу куч тортиш кучидан ортиб кетгач, бошқа хлор ионлари бирикмайди. Айни ҳолда платина ионлари билан олтита хлор иони (илгари бўлган тўртта ион ва иккита янги ион) боғланганда ана шундай ҳолат юз беради. Битта платина иони билан олтита хлор ионидан иборат гурппада ортиқча иккита манфий заряд бўлади: бу гурппа комплекс ион $[PtCl_6]^{2-}$ нинг худди ўзидир. Унга иккита мусбат K^+ иони бирикканда комплекс туз — $K_2[PtCl_6]$ ҳосил бўлади; бу тузда калий ионлари комплекснинг сиртқи сферасига жойлашади.

Комплекс ҳосил қилувчига нейтрал молекулаларнинг бирикиши ҳам, худди юқорида баён этилгандек, оддий қилиб изоҳлаб берилади. Фақат шуни ҳисобга олиш керакки, одатда комплекс ионлар ҳосил бўлишида диполь молекулалар (масалан, H_2O , NH_3) иштирок этади. Комплекс ҳосил қилувчининг электр майдони таъсирида диполлар шу комплекс ҳосил қилувчига нисбатан маълум бир тартибда жойлашади ва шундан кейин, қарама-қарши зарядланган қутбларга тортилиб, комплекс ион ҳосил бўлади; қутбли молекулаларнинг ўзаро итариш кучи ионларнинг ўзаро

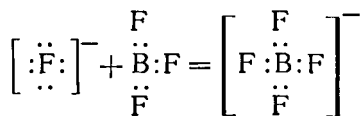
итариш кучидан кам бўлганлиги учун бундай комплекслар, кўпинча жуда барқарор бўлади.

Шундай қилиб, электростатик назарияга биноан комплекс ионлар ва комплекс бирикмалар ҳам худди бинар бирикмалар каби электростатик кучлар таъсирида ҳосил бўлади. Фақат бу процессларнинг механизми ҳар хил бўлади. *Оддий бинар бирикмалар* ҳосил бўлишида валент боғланиш электронларнинг бир атомдан бошқа атомга ўтиши ҳисобига вужудга келади, шундан кейин, ҳосил бўлган ионлар ҳар хил ишорали зарядларнинг ўзаро тортишуви натижасида бир-бири билан боғланади. Комплекс бирикмалар ҳосил бўлишида эса тайёр ионлар (ёки қутбли молекулалар) иштирок этади. Бу ерда ҳеч қандай электронлар кўчиши юз бермайди, балки ионларнинг бир-бири билан ёки ионларнинг молекулалар билан «электростатик тортилиши» юз беради, холос.

Ковалент боғланиш назарияси комплекс ҳосил бўлишини изоҳлашда аддендлар комплекс ҳосил қилувчи билан атомлар бирикмаларидаги каби, электрон жуфтлар орқали бирикади, деган тасаввурга асосланади. Водород иони билан аммиак молекуласидан комплекс аммоний иони ҳосил бўлиши бунга мисол бўла олади:



Фтор иони билан бsr (III)-фторид BF_3 молекуласи ўзаро бирикиб, комплекс ион $[\text{BF}_4]^-$ ҳосил қилади. Буни қуйидагича ифодалаш мумкин:



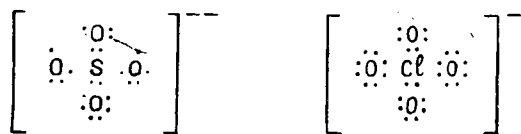
Бor трифторид молекуласида бир атом бsr атрофида ҳаммаси бўлиб олти валент электрон бор, бу электронлар $[\text{BF}_4]^-$ анионининг ҳосил бўлишида фтор ионининг бир жуфт электрони ҳисобига саккизга этади.

Комплекс ионлар $[\text{NH}_4]^+$ ва $[\text{BF}_4]^-$ даги ковалент боғланишлар умумий жуфт электронлар вужудга келтирадиган оддий ковалент боғланишлардан келиб чиқиши билан фарқ қилади. Оддий ковалент боғланишда бирикаётган атомларнинг ҳар бири жуфт электрон учун биттадан электрон бергани ҳолда, комплекс бирикмалар ҳосил бўлишида боғланиш жуфт электронлар ҳисобига бўлади, бунга қадар бу жуфт электронлар бирикаётган атомларнинг бирига тааллуқли бўлади. Бундай боғланиш, бошқача қилиб айтганда, *координатсион ёки донор-акцептор* боғланиш деб аталади.

Боғланиш ҳосил бўлиши учун жуфт электрон берадиган атом ёки ион *донор* деб, бу жуфт электронни қабул қиладиган атом ёки ион эса *акцептор* деб аталади. Юқоридаги мисоллардан бирида аммиак молекуласидаги азот атоми, иккинчисида эса фтор иони донордир. Гидроксил иони $[\ddot{\text{O}}:\text{H}]^-$ даги ёки сув молекуласи

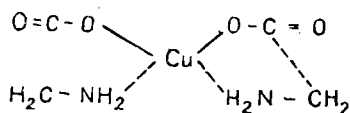
$\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ даги кислород атоми, хлор иони $[\ddot{\text{Cl}}:]^-$ ва умуман «эркин» жуфт электронлари бўлган ҳар қандай атом ёки ион донорлик вазифасини ўтайди.

$[\text{NH}_4]^+$ ва $[\text{BF}_4]^-$ ионларнинг ҳосил бўлишида, электрон қавати тугалланмаган H^+ иони ва BF_3 молекуласидаги бор атоми акцептор ролини бажаради. Умуман олганда, тугалланмаган электрон қаватларга эга бўлган, яъни сиртқи электрон қаватида электронлар билан банд бўлмаган орбиталари бор атомлар ёки ионлар ҳамма вақт акцептор бўлади. Одатдаги кислородли кислоталарнинг анионларини ҳам *комплекс ионлар* дейиш мумкин. Масалан, сульфат кислота билан перхлорат кислота анионларининг, яъни $[\text{SO}_4]^{2-}$ ва $[\text{ClO}_4]^-$ нинг тузилишини қуйидагича кўрсатиш мумкин:



Комплекс бирикмалар кўп ва хилма-хил бўлади. Уларни ўрганиш ҳам назарий ҳам амалий жиҳатдан катта аҳамиятга эга. Бунинг сабаби шуки, комплекс бирикмалар металлларни электролитик усул билан қоплашда, платина группасидаги металлларни тоза ҳолатда ажратиб олишда, лантанидларни ва актинидларни ажратишда, шунингдек, химиявий технологиянинг бошқа соҳаларида гоят катта роль ўйнайди.

Аналитик химияда комплекс бирикмаларнинг аҳамияти катта. Масалан, сифат анализга оид кўпгина реакциялар *ички комплекс* рангдор *бирикмалар* ўрин олувчилари металлларнинг марказий атоми билан бош валентликлар ҳисобига ҳам, қўшимча валентликлар ҳисобига ҳам боғланган циклик комплекс бирикмалар ҳосил бўлишига асосланган. Аминокислота $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$ нинг мисли тузи — мис гликолят бундай бирикмаларга мисол бўла олади:



Баъзи *гетерополикислоталарнинг* ҳам аналитик химияда роли катта.

Комплекс бирикмалар соҳасида системали суратда илмий текшириш ишлари олиб бориш зарурлигини Д. И. Менделеев таъкидлаб ўтган эди. Комплекс бирикмаларга оид муҳим ишлардан бирини ўтган асрнинг охирларида Курнаков бажарди. Аммо комплекс бирикмаларни ўрганиш соҳасида А. А. Чугаев, И. И. Черняев, А. А. Гринберг, К. Б. Яцимирский ва бошқа олимлар катта ҳисса қўшдилар. Ҳозирги вақтда турли элементларнинг физиологик-актив моддалар билан ҳосил қиладиган комплекс бирикмалари таркибини аниқлаш, уларни синтез қилиш ва халқ хўжалигининг турли соҳаларида ишлатиш — комплекслар ҳақидаги билимнинг истиқболли йўналишларидан биридир.

XXI б о б

МИНЕРАЛ (АНОРГАНИК) БОҒЛОВЧИ МОДДАЛАР

1-§. Умумий маълумот. Сувга қорилганда сскин-аста қотиб, мустаҳкам масса ҳосил қилувчи кукун ҳолидаги моддалар *минерал боғловчи моддалар* деб аталади. Бундай моддалар қуйидаги асосий хоссаларга эга бўлади: 1) гидрофилл (акс ҳолда уларни сув билан аралаштириш мумкин бўлмас эди); 2) сув билан аралаштирилганда турли шаклга кирувчи хамирсимон масса ҳосил қилиш; 3) ўз-ўзидан хамирсимон ҳолатдан қаттиқ ҳолатга ўта олиш.

Минерал боғловчи моддалар (цемент, гипс, оҳак ва бошқалар) хоссалари жиҳатидан битум ва смолалардан иборат органик боғловчи моддалардан фарқ қилади. Органик боғловчи моддалар гидрофоб бўлади (уларга сув юқмайди) шунинг учун уларни ишлатиш олдидан қиздириш ёки бирор органик эритувчида эритиш йўли билан юмшоқ ҳолатга келтириш керак.

Минерал боғловчи моддалар, асосан, бетон, қурилиш қоришмалари тайёрлаш, шунингдек, турли қурилиш материаллари ишлаб чиқариш учун ишлатилади.

Минерал боғловчи моддалар химиявий ва минералогик таркибига кўра қуйидаги асосий группаларга бўлинади: 1) оҳак, 2) цемент, 3) оҳак-шлакли, оҳак-пуццоланли, 4) гипс, 5) магнезиал, 6) суяқ шиша ва кислотабардош цемент.

Минерал боғловчи моддалар ишлатилиш соҳасига қараб ҳавода қотадиган, сувда қотадиган (гидравлик) ва кислотабардош бўлади.

2-§. Ҳавода қотадиган боғловчи моддалар. Ҳаводагина қотиб, мустаҳкамлигини узоқ сақлай оладиган моддалар *ҳавода қотадиган боғловчи моддалар* деб аталади. Улар сувга қорилиб, бўтқасимон масса ҳосил қилингандан кейин бир оз селгигач (суви

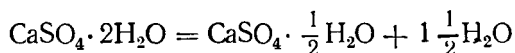
қочғач) қота бошлайди. Бу моддалар сувда бир қадар тез эрийди, шунинг учун уларни нам шароитда ишлатиб бўлмайди.

Ҳавода қотадиган боғловчи моддалар уч группага: гипс, оҳак ва магнезиал боғловчиларга бўлинади.

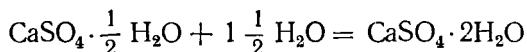
1. Гипс боғловчилар. Гипс боғловчилар $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ таркибли тоғ жинсларини, яъни табиий гипсни пишириш (куйдириш) йўли билан олинади.

Гипс боғловчилар қандай ҳосил қилинганлигига қараб икки хил: ярим молекула сувли ва сувсиз (ангидрид боғловчилар) бўлиши мумкин.

Ярим молекула сувли гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ни $150\text{—}170^\circ\text{C}$ да нормал босим остида қиздириш йўли билан ҳосил қилинади. Унинг таркибида ярим молекула сувли гипсдан ташқари, сувсиз CaSO_4 билан парчаланмай қолган $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ҳам бўлади:



Бинокорлик гипси (ярим молекула сувли гипс) қотаётганда сув билан бирикиб, гидратланади ва икки молекула сувли гипс ҳосил қилади:

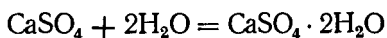


Бинокорлик гипси — биноларни пардозлашда гипс-бетон плиталар, сунъий мрамор, меъморчилик буюмлари, шунингдек, медицинада ва тиш қўйишда ишлатилади.

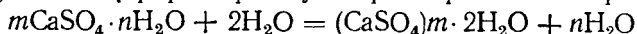
Гипснинг тез қотиши ундан фойдаланишни бирмунча қийинлаштиради. Ишлаб чиқаришда гипснинг қотувчанлигини секинлатиш мақсадида унга дурадгорлик елимининг сувдаги эритмаси, сульфитлар билан спирт аралашмалари қўшилади.

А н г и д р и д б о г л о в ч и л а р жумласига ангидрид цемент ва эстрих гипслари киради.

Ангидрид цемент, асосан, сувсиз CaSO_4 дан иборат бўлиб, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ни $600\text{—}700^\circ\text{C}$ температурада пишириш ва ҳосил бўлган CaSO_4 га катализатор сифатида турли минерал қўшимчалар, масалан, Na_2SO_4 , NaHSO_4 , оҳак, FeSO_4 , CuSO_4 900°C гача қиздириб олинган доломит, ёнувчи сланецлар кули ва бошқалар қўшиб, янчиш йўли билан тайёрланади. Катализаторлар цементнинг қотишини тезлаштиради. Ангидрид цемент қурилиш гипсига қараганда секин қотади ва тишлашади. Стандартда кўрсатилишича ангидрид цемент қорилгандан кейин чамаси 30 минут ўтгач қота бошлаб, 24 соатда қотиб бўлади. Академик Будников П. П. назариясига кўра, ангидрид цементнинг қотиши катализатор иштирокида сув билан бирикиб, беқарор мураккаб гидратлар ҳосил қилишдан иборат (гидратланиш). Бунда қуйидаги реакция содир бўлади:



Ҳосил бўлган беқарор гидрат сув бириктириб олиб парчаланadi:



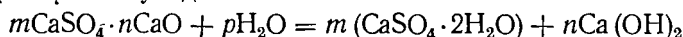
Ҳосил бўлган икки молекула сувли гипс кристалланиб, цемент қота бошлайди. Ангидрид цемент сув таъсирига чидамсиз, у сувга тўйинганда мустаҳкамлиги 50—60% камаяди, қотаётганда ҳажми кенгаймайди, қурилиш гипсига нисбатан зич бўлади; ангидрид цемент нам муҳитда қотирилиб, сўнгра қуритилса, ниҳоятда мустаҳкам бўлади. Ангидрид цементдан енгил бетон тайёрлашда тўлдиргич сифатида домна шлаклари ишлатилади.

Ангидрид цемент, асосан, сувоқ ишларида, гишт теришда, парда деворлар қуришда, пол ва шипларни иссиқ ўтказмайдиган қилиб қуришда, оғир бетон, шунингдек, сунъий мармар тайёрлашда ишлатилади.

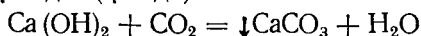
Эстрих гипси — икки молекула сувли табиий гипсни ёки сувсиз ангидридни 800—1000°C температурагача қиздириш йўли билан олинади.



Қиздириш натижасида $m\text{CaSO}_4 \cdot n\text{CaO}$ таркибли модда ҳосил бўлади. Бу модда сувга қорилгандан сўнг унинг қотишига ёрдам берадиган оҳак ҳосил бўлади:

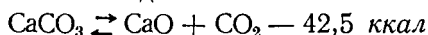


Оҳак эса ҳаводаги карбонат ангидрид билан бирикиб, кальций карбонат ҳосил қилади (қотади):

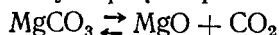


Эстрих гипси секин тишлашадиган оқ тусли боғловчи моддадир. У сувга чидамли бўлганлигидан *гидравлик боғловчи* деб ҳам аталади, чунки ҳавода қотганда жуда қаттиқ CaCO_3 тоши ҳосил қилади.

2. Оҳак боғловчилар. Оҳак боғловчилар таркибида 6% гача гили бўлган кальций ва магний карбонатдан иборат тоғ жинсларини CO_2 батамом чиқиб кетгунча (1000—1100°C температурада) қиздириш йўли билан олинади:

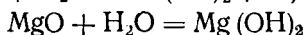
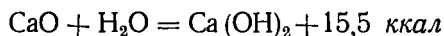


Бу реакция қайтар бўлиб, уни ўнгга силжитиш учун реакция маҳсулотларидан бири бўлган CO_2 ни реакция бораётган печдан тўхтовсиз чиқариб туриш зарур (саноатда карбонат ангидрид ана шу йўл билан ишлаб чиқарилади). Бунда печда «қайнама оҳак» деб аталадиган сўндирилмаган оҳак бўлаклари ҳосил бўлади. Оҳактош таркибидаги MgCO_3 ҳам шу тариқа парчаланadi:



Натижада таркибида 90—95% $\text{CaO} + \text{MgO}$ (қолган 10—15% кальций силикат, алюминий силикат ва алюиноферрит) бўлган оҳак ҳосил бўлади.

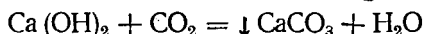
Сўндирилмаган оҳак сўндирилганда унинг таркибидаги CaO ва MgO сув билан реакцияга киришиб, тегишли гидроксидлар ҳосил қилади:



Бу гидратлар фақат ҳавода қотиш хоссасига эга бўлганлигидан *ҳавода қотувчи оҳак* дейилади. Ажралиб чиққан иссиқлик таъсирида қоришма қайнайди («қайнама оҳак» деган ном ана шундан келиб чиққан). Сўндирилган оҳак қоришмасининг қотиши бир вақтда содир бўладиган қуйидаги икки процессдан иборат:

1) Оҳакка қўшилган сувнинг буғланиб кетиши натижасида тўйинган эритмадан $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нинг кристалл ҳолида ажралиб чиқиши;

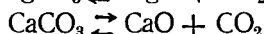
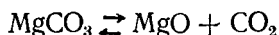
2) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нинг ҳаводаги нам иштирокида CO_2 ни ютиб қотиши:



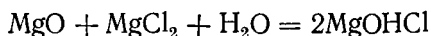
Бу реакция натижасида кальций гидроксикарбонат CaCO_3 · $\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ҳам ҳосил бўлиши мумкин.

Оҳак боғловчилар қуруқ шароитда қурилишларда, сувоқчилик ва қурилиш қоришмалари, шунингдек, турли боғловчилар тайёрлашда ишлатилади.

3. Магнезиал боғловчилар. Бу моддалар табиий магнезит MgCO_3 03 ёки доломит $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ни 800—850°C температурада қиздириб, сўнгра янчиш йўли билан олинади. Магнезит ёки доломит қиздирилганда қуйидаги реакциялар содир бўлади:



Магнезиал боғловчи сувга қорилганда, сувда кам эрийдиган MgO билан $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ҳосил бўлади ва боғловчи зарраларини қоплаб олиб, уларга сувни ўтказмай қўйганлиги туфайли қотиш процесси секинлашади. Шунга кўра магнезиал боғловчилар одатда сувга эмас, балки MgCl_2 ёки MgSO_4 нинг 30% ли эритмасига қорилади:



Бу реакция натижасида ҳосил бўлган асосли туз сувда яхши эрийди ва қотишни тезлатади. Магнезиал боғловчилар, асосан, органик қўшимчалар (ёғоч қипиғи, бўёқлар) билан аралаш ҳолда ишлатилади.

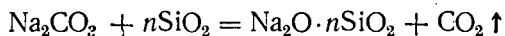
Магнезиал боғловчилар қум билан аралаштирилиб, хоналарнинг ичини суваш учун ишлатилади, бундай сувоқ ниҳоятда мустақкам бўлади, цемент тежалади ва бино тез қуриydi.

Магнезиал боғловчига ёғоч қипиғи қўшиб, полга ишлатиладиган прессланган плиталар ҳамда чоксиз ксилолит поллар тайёрланади. Бундай поллар гигиена талабларига жавоб бериш билан бирга чидамли бўлади. Ҳар хил қурилиш материаллари (дережа тагликлари, зинапоялар, яхлит том, томга ёпиладиган плиталар), фибролит плиталар ва иссиқ ўтказмайдиган буюмлар ишлаб чиқаришда ҳам магнезиал боғловчилардан фойдаланилади.

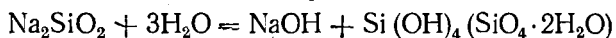
Суюқ шиша ва кислотабардош цемент. Суюқ шиша ҳавода қотадиган боғловчи модда бўлиб, натрий силикат Na_2SiO_3 ёки

калий силикат K_2SiO_3 дан иборат. Бу тузлар шишасимон моддалардир. Улар сувда яхши эрийдиган бўлгани учун *эрувчан шиша* деб аталади. Эрувчан шишанинг сувдаги эритмаси *суюқ шиша* дейилади.

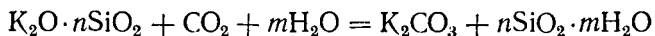
Калий силикат билан натрий силикатнинг юқорида келтирилган формулалари соддалаштирилган, ҳақиқатда эса бу тузлар ўзгарувчан таркибли бўлиб, калий ёки натрий оксидлари билан n молекула силикат ангидрид SiO_2 дан иборат. Уларнинг формуласи умумий тарзда $Me_2O \cdot nSiO_2$ кўринишида ёзилади (бу ерда Me — калий ёки натрий; n — суюқ шишанинг модули). n нинг қиймати қанча кичик бўлса, суюқ шиша шунча осон эрийди. Одатда, бинокорликда ишлатиладиган натрийли суюқ шишанинг модули 2,5—3 га, калийли суюқ шишанинг модули эса 3—4 га тенг бўлади. Бу моддалар 50—70% сув бўлган зичлиги 1,3—1,5 га тенг суюқлик. Шиша ҳосил қилиш учун кварц қуми SiO_2 га натрий карбонат ёки калий карбонат қўшиб, 1400°C чамаси температурада суюқлантирилади:



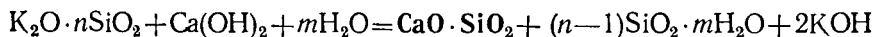
Na_2CO_3 ўрнига K_2CO_3 олинса, $K_2O \cdot nSiO_2$ ҳосил бўлади. Ҳосил бўлган эрувчан шишадан суюқ шиша олиш учун у махсус буғ қозонларида сув буғи таъсирида қиём ҳолига келтирилади. Суюқ шиша сув билан ишланганда гидролизланади:



Бунда кучли ишқор ҳосил бўлганлиги учун суюқ шиша эритмаси ишқорий хоссага эга. Гидролиз натижасида ҳосил бўладиган силикат кислота $[Si(OH)_4]$ ёки $[SiO_2 \cdot 2H_2O]$ эса боғлаш хоссасига эга. Суюқ шиша таркибидаги силикатнинг бир қисми ҳаводан CO_2 ни ютиб, аморф қум тупроқ SiO_2 ҳосил қилиб қотади:



Суюқ шиша таркибидаги силикатнинг бир қисми оҳак билан бевосита реакцияга киришиб, сувда эримайдиган кальций силикат ҳосил қилади:



Қотишни тезлатиш мақсадида кальций силикатни иситиб туриб, суюқ шишанинг 15% оғирлиги миқдориде катализатор Na_2SiF_6 қўшилади. Натрийли суюқ шиша иссиққа ва кислотага чидамли цемент, бетон тайёрлаш, бетоннинг устидан сувашда ишлатиладиган ва керосин ўтказмайдиган материал тайёрлаш, газламаларни ўтга чидамли қилиш мақсадида уларга шимдириш, ёғочни ўтдан сақловчи бўёқлар тайёрлаш, иншоотлар қуришда бўш заминни химиявий жиҳатдан мустаҳкамлаш ва бошқа мақсадлар учун ишлатилади. Калийли суюқ шиша қимматроқ бўлади ва кўпинча силикатли бўёқлар тайёрлаш учун ишлатилади.

Кислотабардош цемент кварц-кремнефториддан иборат бўлиб, майдаланган кварц қуми билан натрий кремнефторид ара-

лашмасини яхшилаб қориштириш ёки шу аралашмани кукуни қилиб майдалаш йўли билан олинадилар. Кварц қуми ўрнига андезит ёки бештаунит минераллари ишлатилиш ҳам мумкин.

Кислотабардош цемент суюқ шишанинг сувдаги эритмасига қорилганда жуда қаттиқ масса ҳосил бўлади. Бундай цемент кўп минерал ва органик кислоталар таъсирига чидайдилар. Кислотабардош цемент гранит, андезит, бештаунит каби кислотабардош майда ва йирик тоғ жинслари аралаштирилиб, кислотабардош бетон ва қоринмалар тайёрлашда ишлатилади. Кислотабардош қоринмалар эса химия заводларида кислоталар сақланадиган идишлар тайёрлаш, шунингдек, темир-бетондан ва ғиштдан қурилган иншоотларни сувашда ишлатилади. Кислотабардош бетон сувда пухталигини йўқотади, ишқорлар таъсирида эса емирилади.

3- §. Гидравлик боғловчи моддалар. Сув билан қориштирилиб, 5, ҳавода бир оз қотирилгандан сўнг сув остида ҳам қаттиқлиги ортадиган моддалар *гидравлик боғловчи моддалар* деб аталади. Бундай моддалар ер юзидаги ва ер остидаги сувли жойларда гидромелиоратив ва гидротехника иншоотлари қуришда ишлатилади. Гидравлик боғловчи моддаларнинг энг муҳим хоссалари шундан иборатки, улар ҳосил қилган бирикмалар (силикатлар, алюминатлар ва ферритлар) сув билан реакцияга киришганда боғловчи модда заррачалари орасида, шунингдек, юзаси урилиб турган буюмлар (ғишт, тош, қум, шағал ва бошқалар) орасида уларни мустаҳкам бирлаштирувчи куч вужудга келади, бунинг натижасида тобора мустаҳкамланиб борувчи яхлит буюм ҳосил бўлади.

Гидравлик боғловчилар гидравлик оҳак, романцемент, портландцемент, пуцолан цемент, шлакли цемент, гилтупроқли (қумтупроқли) цемент, кислотабардош цемент, кенгаювчи цементдир.

Гидравлик оҳак. Таркибида 6% дан ортиқ гилтупроқ бўлган CaCO_3 ва MgCO_3 дан иборат тоғ жинслари қиздирилганда тоза оҳак CaO га нисбатан сувга чидамлироқ гидравлик оҳак ҳосил бўлади. Гидравлик оҳак 20—30% CaO ва MgO аралашмаси ҳамда 70—80% кальций силикат, алюминат ва феррит аралашмасидан иборат. Бундай оҳак қотаётганда унинг таркибидаги минераллар гидратланади, натижада у ҳаводагина эмас, балки сув остида ҳам қотади. Гидравлик оҳакдан тайёрланган бетонлар паст навли бўлгани учун ҳозирги вақтда кам ишлатилади.

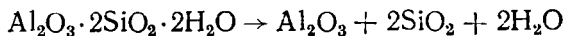
Романцемент. Романцемент таркибида кальций силикат ва алюминатлар (гил) кўпроқ бўлган магнезиал мергеллардан иборат тоғ жинсларининг ёки оҳакни 300—1000°C атрофида пишириб, сўнггра майдалаб туйиш йўли билан тайёрланади. Пиширишда моддалар суюқланиб, бир-бирига ёпишиб қолмаслиги зарур. Хом ашёни пишириш натижасида таркибида эркин оҳак бўлмаган гидравлик маҳсулотлар: кальций силикат $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, алюминат $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ва феррит $\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ҳосил бўлади.

Романцементнинг қотиши таркибидаги шу минералларнинг гидратланишига асосланган. Романцементдан қурилмалар учун бетон тайёрланади ҳамда суваш ишларида фойдаланилади. Бу цемент унчалик мустаҳкам бўлмаганлигидан темир-бетон қурилмаларида ишлатилмайди. Романцемент, асосан, маҳаллий қурилишларга мўлжалланган.

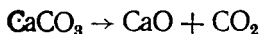
Портландцемент. Силикат саноатининг энг муҳим маҳсулотларидан бири цемент бўлиб, цементнинг энг муҳим тури портландцементдир. Ҳозирги вақтда портландцемент олиш учун оғирлик жиҳатидан 3 ҳисса оҳактош ва 1 ҳисса гил кукунларининг ҳўл ёки қуруқ аралашмаси 1450°C температурагача қиздирилиб қовуштирилади. Бунинг учун узунлиги 40—185 м ва диаметри 3,5—5 м ли пўлат цилиндрлардан ясалган махсус печлардан фойдаланилади. Бу печлар қия ўрнатилган бўлиб, ўз ўқи атрофида айлана олади. Печнинг юқори томонидан шлам солинади, пастки томонидан эса кўмир чангги ёки табиий газ алангаси юборилади (печь қарши оқим принципида ишлайди). Натижада цемент клинкери деб аталувчи майда (4—20 мм ли) доналар ҳолидаги масса ҳосил бўлади, бу масса печнинг пастки қисмидан чиқариб олинади. Ҳосил бўлган клинкерга озроқ (ГОСТ га кўра 1,5—5,0%) гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ қўшиб, майдалаб портланд (силикат) цемент олинади.

Гил $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ формула билан ифодаланадиган алюминий гидроксисиликатдан иборат. Портландцементга, гилдан ташқари, озроқ темир бирикмалари ҳам аралашган бўлади. Аралашма таркибидаги гил, умуман олганда, кислотали оксидлар $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ва Fe_2O_3 манбаидир. Аммо табиатда баъзи жойларда, масалан, Новороссийск атрофидаги тоғларда оҳактош гил жинслари — мергеллар ҳам учрайди, бу жинслар ўз таркиби жиҳатидан цемент қоришмасига жуда ўхшайди. Клинкер тайёрлаш учун гил билан оҳактошдан ташқари, баъзан, тўғриловчи қўшилмалар ҳам ишлатилади, бундай қўшилмалар сифатида сер қум-тупроқли моддалар (трепель диатомит), темир оксидлари етишмаганда эса темир колчедани куюндиси ва темир рудалари ишлатилади.

Клинкернинг химиявий таркиби. Хом ашё шиширилганда дастлаб органик моддалар куяди, сўнгра гил таркибий қисмларга ажралиб, сувини йўқотади:



Гил таркибида темир оксидлари (асосан, Fe_2O_3) ҳам бўлади. Температура 800°C га етганда оҳактош термик диссоциланади:



Шундай қилиб, бу оксидларнинг ҳаммаси клинкер минераллари таркибига киради, уларнинг клинкер таркибидаги миқдори: CaO — 62—68%, SiO_2 — 18—26%, Al_2O_3 — 4—9%, Fe_2O_3 — 0,3%.

Бу оксидлардан ташқари, клинкернинг сифатига маълум даражада таъсир этувчилар, масалан, калий, натрий, магний, титан оксидлари K_2O , Na_2O , MgO , TiO_2 , фосфат ангидрид P_2O_5 ва сульфат ангидрид SO_3 ҳам бўлади. Магний оксид MgO $1500^\circ C$ гача қиздирилганда, гарчи сув таъсирида сўниш хусусиятини йўқотмасда, жуда суст сўнадиган бўлиб қолади ва унинг бу хусусияти қотиб қолган цементтошда ҳам давом этиши мумкин бунинг натижасида қоришма ва бетон ёрилади. Бунинг (цемент ҳажмининг нотекис ўзгаришининг) олдини олиш мақсадида портландцемент таркибидаги эркин MgO миқдори стандартга кўра чеклаб қўйилади — у 4,5 % дан ошмаслиги зарур.

Клинкер асосан CaO дан иборат. Юқори сифатли цемент олиш учун CaO эркин ҳолда бўлмасдан, кислотали оксидлар SiO_2 , Al_2O_3 ва Fe_2O_3 лар билан бириккан ҳолда бўлиши керак.

Клинкернинг минералогик таркиби. Юқорида кўрсатиб ўтилган оксидлар (CaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2) портландцемент клинкерида ҳар хил тарзда бирикиб, турли минераллар: алит — уч кальцийли силикат $3CaO \cdot SiO_2$ (шартли белгиси C_3S), белит — икки кальцийли силикат $2CaO \cdot SiO_2$ (шартли белгиси C_2S), уч кальцийли алюминат $3CaO \cdot Al_2O_3$ (шартли белгиси C_3A), целит — тўрт кальцийли алюиноферрит $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ (шартли белгиси C_4AF) ҳосил қилади.

Портландцементнинг хоссалари унинг таркибидаги минераллар миқдорига боғлиқ, бу минераллар қуйидагича бўлиши мумкин: C_3S —37—60 %, C_2S —15—37 %, C_3A —7—15 %, C_4AF —10—18 %.

Реакцияга киришган SiO_2 миқдорининг Al_2O_3 билан Fe_2O_3 миқдорига нисбати *силикат модули* ёки *қумтупроқ модули* деб аталади ва n ҳарфи билан белгиланади:

$$n = \frac{\%SiO_2}{\%Al_2O_3 + \%Fe_2O_3}$$

Оддий портландцемент учун силикат модули 1,7 дан 3,5 гача бўлади. Al_2O_3 миқдорининг Fe_2O_3 миқдорига нисбати *гилтупроқ модули* ёки *алюминат модули* деб аталади ва P ҳарфи билан белгиланади:

$$p = \frac{\%Al_2O_3}{\%Fe_2O_3}$$

Оддий портландцемент учун гилтупроқ модули 1 дан 3 гача бўлади. Портландцемент клинкери таркибидаги асос оксидлари миқдорининг кислота оксидлари миқдорига нисбати цементнинг *гидравлик модули* деб аталади ва t ҳарфи билан белгиланади. Цементнинг яхши навлари учун гидравлик модуль тахминан 2 га тенг бўлади.

Портландцементни тўла тавсифлаш учун *тўйиниш коэффиценти* (ТК) деб аталувчи қийматдан фойдаланилади.

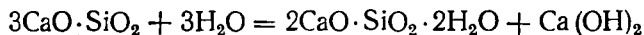
Тўйиниш коэффиценти уч кальцийли алюминат (C_3A) ҳосил бўлишидан ортиб қолган оҳак миқдорининг аралашмадаги ҳам-

ма қумтупроқ (SiO_2)ни C_3A га айлантириш учун керакли оҳак миқдорига нисбатини кўрсатади:

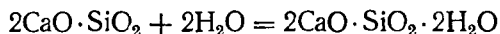
$$TK = \frac{\text{CaO} - (1,65\text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,7\text{SO}_3)}{2,8\text{SiO}_2}$$

Оддий цементларда бу коэффициент 0,09 га тенг бўлади.

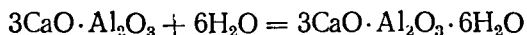
Портландцементнинг қотиши. Портландцемент сувга қорилганда унинг таркибидаги минераллар сув билан реакцияга киришиб, гидролизланади; C_3S гидролизланганда икки кальцийли силикат гели билан $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нинг тўйинган эритмаси ҳосил бўлади (CaO нинг концентрацияси 1,112 г/л);



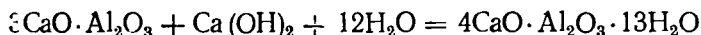
C_2S ҳам гидратланади:



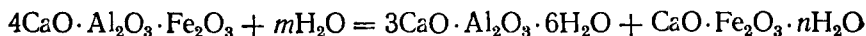
Сув қўшиб суюлтирилган сари эритмадаги $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нинг концентрацияси камайиб мувозанат ўнгга силжийди ва ҳосил бўлган $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ минерали $\text{Ca}(\text{OH})_2$ билан силикат кислота гелига тўла ажралади. C_3A нинг гитратланиши натижасида кальций гидроалюминатлар ҳосил бўлиб, улардан энг барқарори олти молекула сувли, кубсимон кристалл — уч кальцийли алюминатдир:



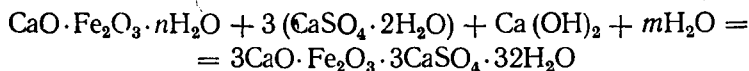
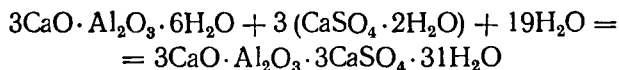
CaO нинг концентрацияси ортиши (1,08 г/л) билан кўп асосли кристалл ҳосил бўлади:



C_4AF ҳам сув таъсирида гидролизланади:



Ҳосил бўлган гидроалюминат ва гидроферритлар гипс билан реакцияга киришиб, гидросульфалюминат ҳамда гидросульфферритлар ҳосил қилади:



Цемент сувга қорилганда дастлаб пластик массага, сўнгра бир жинсли қаттиқ массага айланади. Цементнинг қотиши ҳақида бир нечта назария мавжуд.

1. Ле-Шателье назариясига кўра (1882 й.) цемент сув билан реакцияга киришиб таркибидаги сувсиз бирикмаларга нисбатан кам эрувчан гидрат бирикмалар ҳосил қилади. Эритма бу бирикмаларга ўта тўйинган бўлиб қолади. Натижада бу бирикмалар қаттиқ кристалл ҳолидаги ўсимталар ҳосил қилиб чўқади — цемент қотади.

2. Михайлис назариясига кўра (1893 й.) цементнинг қотиши и коллоид ҳолатдаги кальций силикат ва алюминат феррит ҳосил бўлишидан иборат бўлиб, сувнинг кўпроқ шимилиши натижасида улар цемент зарраларига зичлашади.

Совет академиги А. А. Байков назариясига кўра, портландцементнинг қотиши 3 даврга бўлинади.

1. Эриш даври — цементнинг таркибий қисмлари сувда эриганда ҳосил бўлган янги моддаларнинг тўйинган эритмаси ҳосил бўлади.

2. Коллоид ҳосил бўлиш даври — цементга узоқ вақт сув таъсир этиши натижасида ҳосил бўлган моддалар тўйинган эритмада тўла эришга улгуролмасдан, майда коллоид заррачалар ҳолида ажралиб чиқади. Бу даврда цементнинг пластиклиги йўқолиб, тишлаша бошлаш даври бошланади.

3. Кристалланиш даври — цементнинг гидратланишидан ҳосил бўлган моддаларнинг бир қисми ўта тўйинган эритма ҳосил қилиб кристалланади. Шу билан бирга ҳосил бўлган янги моддаларнинг коллоид ҳолатда қолган қисми ҳам секин-аста кристалл ҳолатга ўтиб, цемент тошини ҳосил қилади.

Шундай қилиб, ҳозирги замон назариясига кўра, цементнинг қотишида ҳам кристалл, ҳам коллоид заррачалар ҳосил бўлади. Коллоид заррачалар жуда майда кристаллардан иборат.

Портландцемент коррозияси ва унга қарши кураш чоралари. Портландцемент гидромелиоратив ёки гидротехникавий иншоотларда вақт ўтиши билан чучук (юмшқ), кислотали, таркибида турли сульфат ва хлоридлар ($MgSO_4$, $MgCl_2$), шунингдек, минерал моддалар бўлган сувлар ҳамда ҳаводаги сув ва карбонат ангидрид таъсирида емирила бошлайди — коррозияланади. Бунинг олдини олиш мақсадида турли конструктив чоралар ўйлаб топиш, бетон ишлаб чиқариш технологияси усуллари ўзгартириш, шунингдек, сифатли цемент ишлатиш керак.

Конструктив чоралар сувнинг бетон конструкциясига таъсир қилишига йўл қўймасликдан иборат. Бунинг учун сув таъсир этадиган зонадаги конструкциялар бирмунча чидамли ва сув юқтирмайдиган материаллар билан қопланади. Бу мақсадда керамика ёки табиий тошлар ва металл тунука ишлатилади. Битум қоплаш, асфальт қоришмаси билан суваш, полиэтилен парда қоплаш ва кремний органик аралашмалар сингдириш яхши натижалар беради.

Гидротехникавий иншоотлар қуришда бетоннинг сув сингдирувчанлигини пасайтирувчи турли қўшилмалар ишлатилади.

Клинкернинг минералогик таркибини тўғри танлаш йўли билан ҳам сувга чидамли цемент ҳосил қилиш мумкин. Масалан, қотаётганда кам оҳак ҳосил қиладиган клинкердан тайёрланган цементнинг коррозиябардошлиги анча ортади. Таркибида C_3A бўлмаган клинкер сульфатлар таъсирига айниқса, чидамлидир.

Клинкер таркибида C_3S кам бўлса, бундай клинкердан тайёрланган цемент сувга ниҳоятда чидамли бўлади.

Портландцементнинг ишлатилиши. Портландцемент қурилишларда, ер ости, ер усти, сув ости иншоотлари қуришда бетон ва темир-бетон йиғма конструкциялар тайёрлашда ёпиштирувчи (боғловчи) модда сифатида ишлатилади. Бунда унга оғирлик жиҳатидан бир неча ҳисса ортиқ қум қўшиб, цемент қоришмаси тайёрланади. Бу қоришма шағал ва майда тош билан аралаштирилганда бетон, бетон орасига темир арматура қўйилганда эса темир-бетон ҳосил бўлади.

Халқ хўжалигининг қурилиш материалларига бўлган тобора ўсиб бораётган эҳтиёжи цемент саноатининг ўсишига сабаб бўлди. Ҳозирги вақтда мамлакатимизда портландцементдан ташқари, цементнинг бошқа навлари ҳам ишлаб чиқарилмоқда.

Пуцолан цемент. Цемент клинкери майдаланаётганда унга вулканлардан отилиб чиққан жинслардан 30—45% ёки чўкинди тоғ жинсларидан (гипс, доломит, магнезит ва бошқалардан) 20—35% қўшиш йўли билан олинади. Бундай цемент таркибида эркин ҳолдаги $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ва парчаланишга улгура олмаган клинкер минераллари портландцементдагидан камроқ бўлади. Пуцолан цементи сув остида ва нам шароитда қотиш хоссасига эга бўлиб, ундан тайёрланган бетон совуққа ва ҳаво таъсирига портландцементдан тайёрланган бетонга қараганда чидамсиз бўлади. Пуцолан цементи фақат гидротехникавий иншоотлар қуришдагина ишлатилади.

Шлаккли цемент. Бундай цемент портландцемент клинкерига донадор домна шлаг (30—70%) қўшиб майдалаш йўли билан олинади. Шлаккли цемент портландцементга ўхшайди, лекин портландцементга нисбатан секинроқ тишлашади ва қотади, портландцемент каби коррозиябардош. Шлаккли цемент юмшоқ бўлиб, минерал сувлар таъсир этадиган иншоотлар қуришда ишлатилади.

Гилтупроқли (қумтупроқли) цемент. Бу цемент гил ва қум қўшимчалари бўлган бокситлар ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$) дан иборат тоғ жинслари билан оҳактош аралашмасини электр ёки шахта печларида 1150—1250°C температурагача қиздириб қовуштириш орқали ҳосил қилинган клинкерни яхшилаб майдалаш йўли билан олинади. Бундай цемент таркибида 40% оҳак, 50% гилтупроқ ва 10% қумтупроқдан иборат минерал бўлиб, анча тез қотади.

Гилтупроқли цемент сув билан бирикиб гидратланади:



Бунда ҳосил бўлган моддалар кристалл ва коллоид ҳолатда бўлгани учун цемент тез қотади. Бу цемент денгиз сувига, коррозияга ҳамда иссиққа портландцементдан кўра чидамлироқ, кучли кислота ва ишқорлар таъсирида емирилади.

Гилтупроқли цемент ишлаб чиқаришда алюминий саноатининг муҳим хом ашёси бўлган бокситлардан фойдаланилгани сабабли, бу цемент анча қимматга тушади. Шунга кўра, бу цемент фақат махсус ҳоллардагина, масалан, иссиқбардош бетонлар тайёрлашда ишлатилади. У қотаётганда кўп миқдорда (70—90 ккал гача) иссиқлик ажралиб чиққанлиги учун ундан қиш кунларида ҳам фойдаланиш мумкин.

Қислотабардош цемент. Бу цемент жуда майдаланган кварц қуми билан катта сиртга эга бўлган актив модда аралашмасидир. Бундай актив модда сифатида олдиндан химиявий ишлов берилган трепель ёки сунъий йўл билан ҳосил қилинган SiO_2 ишлатилади. Бундай аралашмага Na_2SiO_3 эритмаси қўшилгандан сўнг пластик бўтқа ҳосил бўлиб, у мустаҳкам массага айланади ва фторид кислотадан бошқа ҳамма кислоталар таъсирига чидайди. Бундай цемент химия заводларида турли аппаратларнинг ички томонига кислотабардош плиталар теришда ёпиштирувчи сифатида ишлатилади. Баъзан қўрғошин ўрнида ҳам ишлатилади.

Кенгаювчи цемент. Бу цемент гилтупроқли цемент, гипс ва кальций тетрагидро алюминатдан иборат аралашмани сувга қориш ёки кўп миқдор қумтупроқли шлак билан икки молекула сувли табиий гипсни аралаштириш орқали тайёрланади. Бундай цемент тез тишлашадиган ва қотадиган бўлиб, сув ўтказмайди. Кенгаювчи цемент қотаётганда ҳамми кенгайди. Кенгаювчи цемент бетон ва темир-бетондан қурилган иншоотларнинг дарз кетган жойларини ямаш, иншоотлар қуришда сув ўтказмайдиган қопламалар ҳосил қилиш учун ишлатилади.

4-§. Актив (гидравлик) минерал қўшимчалар. Гидравлик қўшимчалар сувли аморф кремний (IV)-оксиддан иборат; унинг сатҳи катта бўлганлигидан кальций гидроксид билан шиддатли равишда реакцияга киришиб, кальций гидросиликат ҳосил қилувчи моддалардир. Кальций гидросиликатлар табиий ва сунъий бўлиши мумкин.

Трепель, диатомит ва вулканли жинслардан иборат табиий қўшимчалар кўпроқ ишлатилади. Мамлакатимизнинг кўп районларида актив минерал қўшимча сифатида кальций гидроксид билан трепель ва диатомитдан кўра сустроқ реакцияга киришадиган минерал қўшимчалардан фойдаланилади. Куйган жинслар, тошкўмир ва қўнғир кўмирнинг куллари шулар жумласидандир.

Турли нав цементларнинг хоссаларини яхшилаш мақсадида уларга ҳар хил қўшимчалар қўшилади. Масалан, портландцементнинг қотишида кальций гидроксид ҳосил бўлади, бу модда сувда яхши эрувчан бўлганлигидан қотган цемент тоши емирилиши мумкин, бундай ҳодисанинг олдини олиш мақсадида портландцементга кальций гидроксидни эримайдиган моддага айлантирадиган гидравлик қўшимчалар қўшилади; бундай қўшимча-

лар цементнинг қотишини таъминлаш билан бирга, унинг таннархини камайтиради. Агар цементга 10% инерт (кам актив) қўшимча, масалан, майдаланган оҳактош қўшилса, унинг мустаҳкамлиги пасаймагани ҳолда таннархи камаяди.

Цементга қўшилган қўшимчалар, шу жумладан, актив минерал қўшимчалар ҳам, инерт қўшимчалар ҳам цементнинг совуққа чидамлилигини бирмунча пасайтиради. Ўрта Осиё республикалари шароитида қуриладиган гидротехникавий ва гидромелиоратив иншоотларга таъсир этадиган сувлар таркибида минерал моддалар кўп бўлганлиги туфайли пуцолан цементларни зоналаштириш мақсадида уларни маҳаллий хом ашё асосида ишлаб чиқариш зарурати туғилади. Бундай қўшимча сифатида кўмир конларида учрайдиган *глиеж* деб аталувчи гил ишлатилади. Бу гил кўмир қатламларининг ўз-ўзидан ёниши натижасида ҳосил бўладиган, 900—1000°C температурада табиий шароитда куйган гилдир. Ўзбекистон Фаилар Академиясининг корреспондент аъзоси И. С. Канцпольский раҳбарлигида Ўзбекистон Фаилар Академияси химия институтининг ходимлари киритган таклифга кўра, Ўзбекистоннинг баъзи цемент заводларида пуцолан портландцементи ишлаб чиқаришда қўшимча сифатида ҳозирги вақтда глиеждан фойдаланилмоқда.

Тошкент қишлоқ хўжалигини ирригациялаш ва механизациялаштириш инженерлари институтининг профессори Ю. Т. Тошпўлатов Оҳангарон каолинити $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ни 600—800°C да куйдириш орқали сунъий маҳаллий қўшимча глинит ҳосил қилди. Бу глинит таркибида актив қумтупроқ SiO_2 ҳамда актив гилтупроқ $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ бор.

XXII б о б

ОРГАНИК БИРИКМАЛАР

1-§. Умумий тушунчалар. Органик бирикмалар халқ хўжалигининг барча тармоқларида тобора катта аҳамиятга эга бўлмоқда.

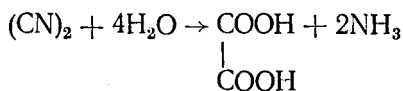
Органик модда ва *органик химия* деган номлар XVII асрнинг ўрталарида барча моддалар келиб чиқишига қараб минераллар, ҳайвонот ва ўсимлик моддаларига ажратила бошланган вақтда пайдо бўлди. Органик химия химиянинг мустақил бўлимини ташкил этади ва углероднинг табиатда учрайдиган ҳамда сунъий йўл билан олинадиган бирикмаларини ўрганади.

Қадим замонларда органик бирикмалар фақат ҳайвон ва ўсимликларнинг ҳаёт фаолияти натижасидагина ҳосил бўла олади деб ўйлар эдилар.

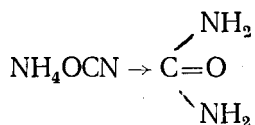
Органик бирикмалар фақат организмдагина ҳосил бўлади ва уларни сунъий йўл билан яратиб бўлмайди деган фикрлар «ҳаёт-ий куч» назарияси (виталистик таълимот)нинг келиб чиқишига

сабаб бўлди. «Ҳаётний куч» таълимоти тарафдорлари табиатдаги органик моддалар фақат ҳаётний куч таъсирида пайдо бўлади, шунинг учун уларни ўрганиш, сунъий йўл билан олиш (синтезлаш) мумкин эмас, деб даъво қилдилар. Бу реакция дунёқараш органик химия тараққиётига катта тўсқинлик қилди. Лекин кейинчалик қатор моддалар синтез қилиниши натижасида идеалистик таълимотга зарба берилди бошлади.

Велер 1824 йилда анорганик бирикма — дицианатни сув билан бириктириб, органик бирикма, яъни оксалат кислота синтез қилди:



Шу олимнинг ўзи 4 йилдан кейин аммоний цианатнинг сувдаги эритмасини қуритиш пайтида янги модда — организмда моддалар алмашинувчи маҳсулоти бўлган мочевино ҳосил бўлганлигини аниқлади:



1861 йилда буюк рус олими А. М. Бутлеров жаҳонда биринчи бўлиб шакар моддалар синтез қилди. Бу кашфиётлар «ҳаётний куч» назариясини пучга чиқарди. Ҳозирги вақтда жуда кўп органик бирикмалар сунъий равишда олинган бўлиб, уларнинг кўпчилиги ҳатто тирик организмда ҳам учрамайди.

Органик химия, юқорида айтиб ўтилганидек, углеродли бирикмаларни ўрганади. Аммо углероднинг энг оддий бирикмалари, масалан, оксидлари, карбонат кислота ва унинг тузлари ҳамда баъзи бошқа бирикмалари анорганик бирикмалар жумласига киритилади, чунки бу моддалар хоссалари жиҳатидан анорганик бирикмаларга жуда яқин туради. Органик бирикмалар таркибида углероддан ташқари кўпинча водород, кислород, азот, баъзан эса олтингурут, фосфор, галогенлар ҳам бўлади. Ҳозирги вақтда органик бирикмаларнинг сони 5 миллионга етади. Ваҳоланки, барча анорганик бирикмалар 60 мингдан ошмайди.

XIX асрнинг бошларида органик химиянинг жадал ривожланиши натижасида у мустақил фан сифатида ажралиб чиқди. Жуда кўп тажриба маълумотлари тўпланди. Кўпчилик янги органик моддалар кашф этилди ва ўрганилди. Шу жумладан, химиявий таркиби ва молекуляр оғирлиги бир хил, аммо хоссалари турлича бўлган органик моддалар ҳам топилди.

Органик бирикмалар химиясининг ривожланишида А. М. Бутлеровнинг 1861 йилда яратган химиявий тузилиш назарияси ғоят катта роль ўйнади. А. М. Бутлеров ғояларини унинг шогирдлари А. А. Зайцев, В. В. Марковников, А. Е. Фаворский ва бошқа олимлар ривожлантирдилар.

2-§. А. М. Бутлеровнинг химиявий тузилиш назарияси. Химиявий тузилиш назариясидаги асосий фикрлар қуйидагилардир:

1. Ҳар қайси модда муайян, шу модданинг ўзига хос химиявий тузилишга эга, яъни модда молекуласида атомлар бир-бири маълум изчилликда боғланган.

2. Молекуладаги бевосита боғланган атомлар ҳам, бошқа атомлар орқали боғланган атомлар ҳам бир-бирига таъсир кўрсатади.

3. Моддаларнинг хоссалари шу модда молекуласидаги атомларнинг бириктиш тартибига ва уларнинг ўзаро таъсирига боғлиқ бўлади.

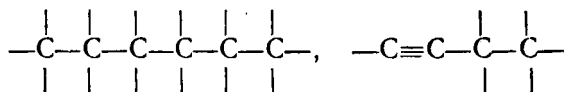
4. Мураккаб модданинг химиявий тузилишини шу модданинг химиявий ўзгаришларини текшириш натижасида аниқлаш ва, аксинча, айти модданинг тузилишига қараб, унинг химиявий хоссалари тўғрисида фикр юритиш мумкин.

Химиявий тузилиш назарияси углерод элементининг ўзига хос хусусиятларини, чунончи:

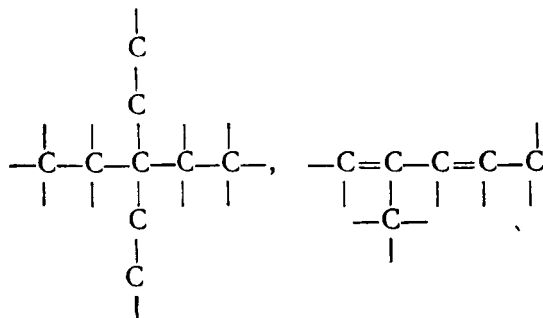
1) углерод органик бирикмаларда тўрт валентли бўлишини,

2) углерод атомлари бошқа элементларнинг атомлари билангина эмас, балки бир-бири билан ҳам бирикиб, атомлар занжир — тўғри, тармоқланган ва ҳалқасимон занжирлар ҳосил қила олишини назарда тутди.

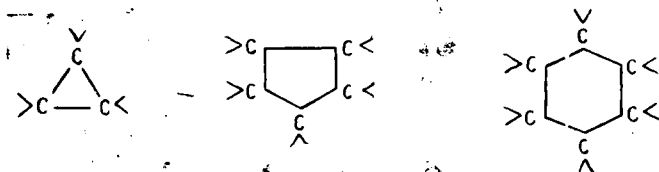
Тўғри занжир:



Тармоқланган занжирлар:



Ҳалқасимон занжирлар:

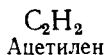


Углерод атомининг ўзига хос хусусиятлари унинг тузилишидан ва Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системасидаги ўрнидан келиб чиқади. Углерод атомининг тўртта валент электрони бўлиб, углероднинг бу электронларини бериш хусусияти ҳам, етишмаган электронларни бириктириб олиш хусусияти ҳам бир хил.

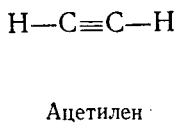
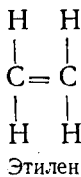
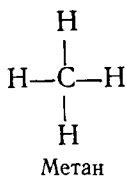
Органик бирикмаларда химиявий боғланиш ковалентдир. Углерод атомлари бир-бири билан умумий электрон жуфтлар ҳосил қилади, бунда ҳар қайси углерод атомининг сиртқи поғонасида 8 тадан электрон (октет) бўлиб қолади, улардан тўрттаси бир вақтнинг ўзида бошқа атомларга ҳам тааллуқли бўлади. Структура формулаларда ковалент боғланиш чизиқча билан кўрсатилади. Уларда, худди аноганик моддаларнинг структура формулаларидаги каби, ҳар қайси чизиқча молекулада атомларни боғловчи бир жуфт электронни билдиради.

Мисол тариқасида метан, этилен ва ацетилен молекулаларининг формулаларини келтирамиз:

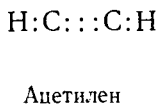
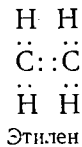
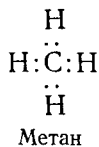
а) Эмпирик формулалар:



б) Структура формулалари:



в) Электрон формулалар:



Эмпирик формулалар молекуланинг фақат сифат ва миқдорий таркибини, структура формулалар, яъни тузилиш формулалари эса молекулада атомларнинг бириктиш тартибини, уларнинг

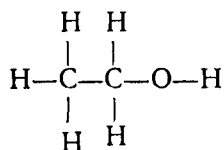
бир-бири билан қандай боғланганлигини акс эттиради. Структура формулалар молекулада атомларнинг фазовий жойланишини акс эттирмайди, бу жойланиш одатда, анча мураккаб бўлади.

Электрон формулалар химиявий боғланишнинг табиатини ва атомлардан молекула ҳосил бўлиш механизминини кўрсатади, шу сабабли органик бирикмаларнинг турли реакциялардаги хусусиятини тушунтиришда электрон формулалардан кўп фойдаланилади.

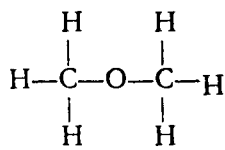
Шундай қилиб, углерод бирикмалари ўзига хос бирикмалардир. Уларнинг ўзига хослиги шундан иборатки, биринчидан, углерод атомлари ўзаро боғланиб занжирлар ҳосил қила олади, анорганик бирикмаларда эса бундай хусусият бўлмайди: иккинчидан, органик бирикмалардаги боғланиш ковалентдир, бу уларнинг хоссаларида намоён бўлади. Агар ионли (анорганик) бирикмалар сувда ионларга осон диссоциланса ва ионлар орасидаги реакциялар анча тез бурса, органик моддалар, одатда, ўзаро жуда секин реакцияга киришади.

Таркиби бир хил бўлган моддалар нима учун турлича хоссаларга эга эканлигини А. М. Бутлеровгача ҳеч ким тушунтириб бера олмади. Масалан, этил спирт билан диметил эфирнинг таркиби битта эмпирик формула C_2H_6O билан ифодаланади, лекин уларнинг хоссалари турлича: этил спирт — қайнаш температураси $78,4^\circ$ бўлган суюқлик, диметил эфир эса $-23,6^\circ$ да суюқликка айланадиган газ. Изомерия деб аталадиган бу ҳодисанинг сабабини А. М. Бутлеров назарияси изоҳлаб берди.

Таркиби ва молекуляр оғирлиги бир хил, аммо молекулаларининг тузилиши ҳар хил, шунинг учун хоссалари ҳам турлича бўлган моддалар *изомерлар* дейилади. Юқоридаги мисолда этил спирт билан диметил эфир изомерлардир. Уларнинг структура формулалари қуйидагича:

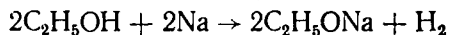


Этил спирт



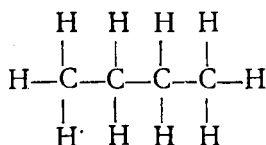
Диметил эфир

Биринчи изомерда водороднинг битта атоми углерод билан кислород орқали боғланган (бу қутбли боғланиш), шунинг учун ҳам водороднинг бу атоми углерод билан бевосита боғланган водород атомларига қараганда активроқ. Иккинчи изомерда водороднинг барча атомлари углерод атомлари билан бевосита боғланган (бу ковалент боғланиш). Шу сабабли уларнинг химиявий хоссалари ҳам турличадир. Масалан, этил спирт натрий билан ўзаро таъсир этади:

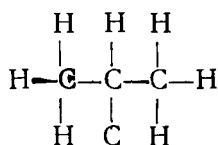


Диметил эфир эса натрий билан реакцияга киришмайди.

А. М. Бутлеров ўзининг назариясига асосланиб, бутanning иккита изомери борлигини олдиндан айтиб берди (углеводородларда бутандан бошлаб, молекулаларда атомларнинг бирикши таркиби турлича бўлиши мумкин). 1867 йилда эса А. М. Бутлеров ўзи олдиндан айтиб берган изомерни синтез қилди; бу эса тузилиш назариясининг тўғрилигини тасдиқлаб берди. Синтез қилинган модда изобутан эди. Изобутanning ҳам, нормал бутanning ҳам одатдаги формуласи бир хил (C_4H_{10}) бўлгани ҳолда, уларнинг тузилиш формуллари бир-биридан фарқ қилади:

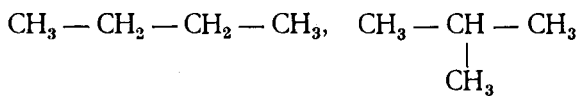


n-бутан



Изобутан

ёки, қисқартирилган ҳолда:



Молекулада углерод атомларининг сони ортиб бориши билан изомерлар сони ҳам ортади. Масалан, бутан C_4H_{10} нинг 2 та изомери, C_6H_{14} нинг 5 та, $C_{10}H_{22}$ нинг 75 та, $C_{20}H_{42}$ нинг эса 366319 та изомери бўлиши мумкин. Шундай қилиб, химиявий тузилиш назарияси органик бирикмаларнинг хилма-хиллик сабабини изоҳлаб берди.

А. М. Бутлеровнинг химиявий тузилиш назарияси органик химиянинг ривожланишида катта аҳамиятга эга бўлди. Бу назарияни аҳамияти жиҳатидан Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системасининг кашф этилиши билан таққослаш мумкин. Химиявий тузилиш назарияси, худди даврий система каби, амалда тўпланган жуда кўп материални тартибга солишга, янги моддалар борлигини олдиндан айтиб беришга, шунингдек, уларнинг олиниш йўлларини кўрсатишга имкон берди. Натижада кейинги вақтларда органик синтез соҳасида жуда катта ютуқлар қўлга киритилди. Ҳозир ҳам органик химия соҳасидаги барча тадқиқотларда шу назарияга асосланилади.

Органик химияда функционал группалар ҳақидаги тушунча жуда муҳим роль ўйнайди. Органик бирикмалар таркибига кирган ва реакцияга кириша олиш хусусиятига эга бўлган атомлар группаси ёки алоҳида атом *функционал группа* деб аталади. Муҳим функционал группалар 14-жадвалда келтирилган.

Муҳим функционал группалар

Формуласи	Номи	Ҳосил қиладиган бирикмалари	Органик бирикмаларнинг вакиллари
$-\text{OH}$	гидроксил	спиртлар ва феноллар	этил спирт, фенол $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$, $\text{C}_6\text{H}_5-\text{OH}$
$>\text{C}=\text{O}$	карбонил	кетонлар	$\text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3$ ацетон
$\text{O}-\text{C}\begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array}$	альдегид	альдегидлар	$\text{H}-\text{C}\begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array}$ формальдегид
$\text{H}-\text{C}\begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array}$	карбоксил	карбон кислоталар	$\text{CH}_3-\text{C}\begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array}$ сирка кислота
$-\text{NH}_2$	амин	аминлар	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}_2$ анилин

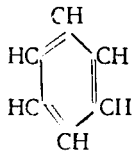
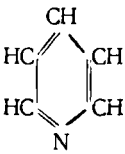
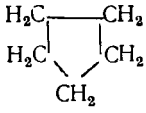
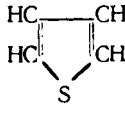
Органик бирикмалар молекуласида бир неча хил функционал группалар бўлиши мумкин.

3-§. Органик бирикмаларнинг классификацияси. Органик бирикмаларнинг классификациясига А. М. Бутлеровнинг химиявий тузилиш назарияси асос қилиб олинган. Органик бирикмалар углерод занжирининг табиатига кўра учта қаторга бўлинади:

- 1) ёғ (ациклик) қатори;
- 2) карбоциклик (изоциклик) қатор;
- 3) гетероциклик қатор.

15-жадвалда уч хил структура қатори энг оддий бирикмалар мисолида кўрсатилган.

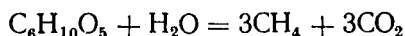
15-жадвал

Ёғ (ациклик) қатор	Карбоциклик (изоциклик) қатор	Гетероциклик қатор
CH_3-CH_3 Этан	 Бензол	 Пиридин
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ Этилен	 Циклопентан	 Тиофен
$\text{CH}\equiv\text{CH}$ Ацетилен		
$\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ Пентан		

Ациклик қаторда углерод атомлари очиқ занжир ҳосил қиладиган, тўйинган ва ҳар хил даражада тўйинмаган бирикмалар бор. Иккинчи ва учинчи қаторда турли хил циклик (тўйинган ва тўйинмаган) бирикмалар бўлади. Карбоциклик қаторда цикллар ёки ҳалқалар фақат углерод атомларидан ҳосил бўлган, гетероциклик қаторда эса ҳалқа ёки цикл таркибига углероддан ташқари, бошқа атомлар, масалан, азот, олтингугурт, кислород атомлари ҳам кириши мумкин. Ҳар бир структура қатори доирасида органик бирикмалар синфлари ҳосил бўлиши мумкин.

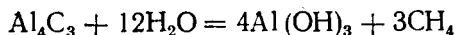
ТҲЙИНГАН УГЛЕВОДОРОДЛАР, ПАРАФИНЛАР

4-§. Метан қатори. Фақат водород билан углероддан иборат бирикмалар *углеводородлар* дейилади. Булардан энг оддийси ботқоқлик газ, бошқача айтганда, метан CH_4 дир. Метан табиатда ўсимликларнинг ҳавосиз жойда парчаланишидан ҳосил бўлади. Ўсимликнинг асосий қисми — целлюлозанинг парчаланиш процесси, одатда, сув остида; бактериялар иштирокида боради. Бунинг натижасида метан ва карбонат ангидрид ҳосил бўлади:



Ҳосил бўлган карбонат ангидрид сувда эрийди, метан эса газ пуфакчалари ҳолида ажралиб чиқади. Метан конларда ҳаво кислороди билан аралашиб, *кон газ*и деб аталадиган портловчи аралашма ҳосил қилади.

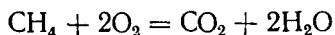
Метан сунъий йўл билан ҳам олиниши мумкин: бунинг учун алюминий карбид Al_4C_3 га сув таъсир эттирилади:



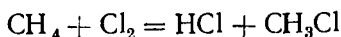
Лабораторияда метан натрий ацетатга натрий гидроксид қўшиб қиздириш йўли билан олинади:



Метан — ҳидсиз ва рангсиз газ, ним ранг аланга ҳосил қилиб ёнади, ёнганда карбонат ангидрид билан сув ҳосил бўлади:



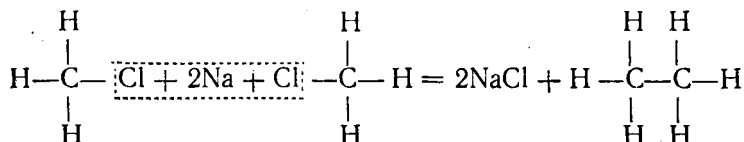
Метан одатдаги шароитда эркин ҳолатдаги галогенлар билан реакцияга кириша олади:



Бу реакция натижасида метил хлорид — CH_3Cl — газ ҳосил бўлади. Метандаги водород атомларининг қолганларини ҳам галогенларга алмашиниши натижасида қуйидаги маҳсулотлар ҳосил қилиниши мумкин:

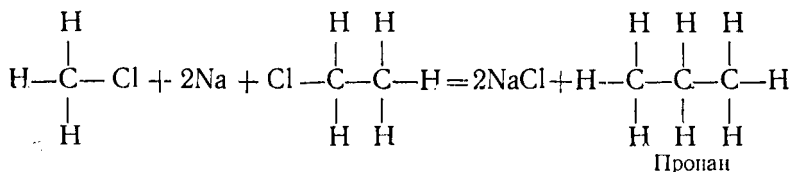


Метаннинг галогенли ҳосилалари ва, умуман, углеводородлар тоза ҳолда ишлатилишдан ташқари, мураккаброқ органик бирикмалар синтез қилишда ҳам катта аҳамиятга эга. Масалан, метил хлоридга натрий метали таъсир эттирилганда натрий метил хлориддан хлорни тортиб олиб, NaCl молекуласини ҳосил қилади; ортиб қолган CH_3 группалар эса ўзаро бирикиб, углеводородлар қаторининг мураккаб аъзоси бўлган этан C_2H_6 ҳосил қилади:



Этаннинг хоссалари метаннинг хоссаларига ўхшайди. Этан таркибидаги водород атомларидан бири хлорга алмаштирилса этил хлорид ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$) ҳосил бўлади.

Метандагига ўхшаш реакция ёрдами билан янада мураккаброқ углеводородлар синтез қилиш мумкин. Метан ва этаннинг хлорли ҳосилаларига натрий таъсир эттирилганда пропан деб аталадиган газсимон модда ҳосил бўлади:



Пропаннинг хоссалари метан ва этаннинг хоссаларига ўхшайди.

Таркиби $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ умумий формула билан ифодаланиб, парафин қатори углеводородлари деб аталадиган тўйинган углеводородлар юқоридаги йўл билан олиниши мумкин.

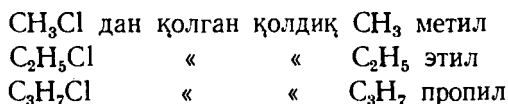
Парафин қатори углеводородларининг ҳаммасида ҳам углевод атомлари занжири «очиқ» бўлади. Бу бирикмаларининг молекулаларида углевод атомларининг ўзаро бирикиши учун (боғланиши учун) фақат битта валентлик бирлиги сарф бўлади. Парафин қаторидаги баъзи углеводородлар 16-жадвалда келтирилган.

Бу қаторининг биринчи тўрт аъзоси газ, C_5H_{12} дан $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ гача зуюқлик, молекулаларида 16 дан ортиқ углевод атоми бўлганлари эса қаттиқ моддалардир.

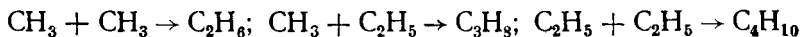
Парафин қаторининг барча углеводородлари одатдаги шайхонда химиявий жиҳатдан актив эмас. Юқорида берилган қатордаги ҳар қайси углеводород ўзидан олдинги углеводороддан 2H_2 группага фарқ қилади. Бундай қатор *гомологик қатор* дейилади.

Углерод атомларининг сони	Углеводороднинг номи	Формуласи	Суюқланиш температураси
1	2	3	4
1	Метан	CH_4	-184°
2	Этан	C_2H_6	-172°
3	Пропан	C_3H_8	-168°
4	Бутан	C_4H_{10}	-135°
5	Пентан	C_5H_{12}	-130°
6	Гексан	C_6H_{14}	-95°
7	Гептан	C_7H_{16}	-91°
8	Октан	C_8H_{18}	-57°
10	Декан	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	-30°
20	Эйкозан	$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	$+36^\circ$
50	Пентаконтан	$\text{C}_{50}\text{H}_{102}$	$+92^\circ$
70	Гептаконтан	$\text{C}_{70}\text{H}_{142}$	$+105^\circ$

Углеводородларнинг галогенли ҳосилаларидаги хлор атомларининг натрий билан бирикиши натижасида углеводородларнинг бир валентли қолдиқлари ҳосил бўлади:



Бу қолдиқлар радикаллар (R) дейилади; булар мустақил равишда, мавжуд бўла олмайди; шунинг учун, бу радикаллар ҳосил бўлиши биланоқ ўзаро жуфтлашиб, мураккаброқ молекулалар ҳосил қилади:



ва ҳоказо.

Радикаллар турли молекулалар таркибида ҳамма вақт бир бутун группа ҳолида бўлади.

Органик бирикмалар хилма-хил бўлганлиги туфайли махсус номенклатура талаб этилади. Бундай номенклатура 1892 йилда Женевада химикларнинг халқаро кенгашида ишлаб чиқилган. Бу номенклатурада қуйидаги қоидалар асос қилиб олинган:

1) углерод атомларининг тармоқланмаган энг узун занжири ажратилади;

2) бундай занжирда углерод атомлари тармоқланган радикалга яқинроқ турган учидан бошлаб кетма-кет белгиланади;

3) ён занжирлар рақамлар билан кўрсатилади; бир хил типдаги рақамларни ифодалаш учун грекча ҳарфлар ишлатилади;

4) углеводородларга энг узун занжирга қараб ном берилди. Бу номенклатурага мисол тариқасида 17-жадвалда гексан изомерларининг номланиши кўрсатилган.

Гексан изомерлари

Тузилиш формуласи	Номи
$\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ \text{CH}_3 & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_3 \end{array}$	Гексан
$\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ \text{CH}_3 & -\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_3 \end{array}$	2- метилпентан
$\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ \text{CH}_3 & -\text{CH}_2 & -\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_3 \end{array}$	3- метилпентан
$\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \text{CH}_3 & -\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} & -\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} & -\text{CH}_3 \end{array}$	2, 3- диметилбутан
$\begin{array}{cccccc} & & \text{CH}_3 & & & \\ & & & & & \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ \text{CH}_3 & -\text{C} & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_3 \\ & & & \\ & \text{CH}_3 & & \end{array}$	2, 2- диметилбутан

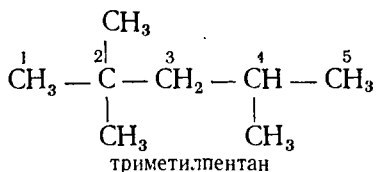
Женева номенклатураси ёқилғи — сурков материалларида индивидуал углеводородларга ном беришда кенг қўлланилади.

Метан, этан ва қисман пропан табиий ёнувчи газлар таркибига киради ва улар ёнувчи газлар сифатида фойдаланилади. Урта даражадаги гомологлар суюқликлар бўлиб, нефть таркибига киради. Юқори гомологлар қаттиқ моддалар бўлиб, табиатда озокерит, тоғ муми ҳолида учрайди. Тўйинган углеводородларнинг асосий манбаи нефтьдир. Нефть хилма-хил органик бирикмалар синтез қилишда ҳам ашё сифатида ишлатилади, унинг кўп қисмидан мотор ёқилғиси олиш учун фойдаланилади.

5- §. Мотор ёнилғиси. Детонация. Октан сони. Ҳозирги замон мотор ёнилғиси ҳар хил гомологик қаторларга мансуб бўлган мурраккаб углеводородлар аралашмасидан иборат. Двигателнинг нормал ишлаши кўп жиҳатдан углеводородларнинг таркиби ва тузилишига боғлиқ. Двигателнинг кучи ва тежамлилиги шу двигатель цилиндрларида ёнувчи аралашмани сиқиш даражасини кўпайтириш ҳисобига оширилади. Лекин сиқиш даражаси чегарадан ортиб кетса, ёнилғининг ёниш тезлиги ортиб, ёнувчи аралашма портлайди. Бу ҳодиса *детонация* деб аталади. Детонацияда мотор ёнилғисининг бир қисми ёнмай қолади. Двигатель цилиндрларида рўй берадиган тақиллашлар детонация бораётганлигини билдиради, бунда двигателнинг қуввати ва тежамлилиги пасаяди.

Мотор ёнилғисининг антидетонацион хоссаси унинг таркибдаги углеводородларнинг тузилишига боғлиқ. Углерод атомлари занжири тармоқланмаган (нормал) парафин углеводородларида

Мотор ёнилғиси сифатини аниқлаш учун намуна сифатида октан изомерларидан бири ҳисобланган 2,2,4—триметилпентан ишлатилади:

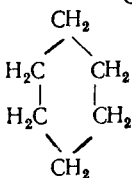
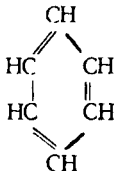


Сунъий йўл билан тайёрланган аралашмада нормал гептан билан синалаётган мотор ёнилғисининг бир хил антидетонацион хоссага эга бўлишига олиб келадиган изооктаннынг процент миқдори *октан сони* деб аталади.

Масалан, мотор ёнилъисининг октан сони 90 га тенг бўлса, унинг детонацион хоссаси 90% ли изооктан ва 10% ли нормал гептандан иборат аралашмага ўхшаш бўлади.

18- ж а д в а л

Октан сонининг углеводородларнинг түзлишига боғлиқлиги

углеводород	Тузилиши	Октан сони
Гексан	C_6H_{14}	26
2-метилпентан	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	74
Циклогексан		77
2, 3-диметил-бутан	$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$	84
Бензол		108

Октан сонининг углеводородларнинг тузилишига боғлиқлиги 18-жадвалда кўрсатилган.

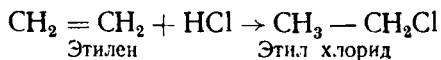
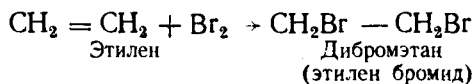
Баъзи моддаларнинг (масалан, бензолнинг) изооктанга қараганда бир қадар кучли антидетонацион хоссага эга эканлиги жадвалдан кўриниб турибди. Шунга мувофиқ, уларнинг октан сони, шунингдек, бу моддалар қўшилган ёнилғи турларининг октан сони 100 дан ортиқ бўлади. Мотор ёнилғисининг сифатини яхшилаш учун *антидетонатор* ишлатилади, антидетонаторлардан тетраэтил қўрғошин (ТЭҚ) $Pb(C_2H_5)_4$ катта аҳамиятга эга.

Юқори октамли бензинлар крекинглаш, нормал углеводородларни камайтириш, олефинлар ва ароматик углеводородлар каби тармоқланган занжирли изобирикмаларни кўпайтиришга имкон берувчи процесслар ёрдамида нефтдан олинади. Шундай қилиб, кучли ва, шу билан бирга, енгил ҳамда тежамли авиация двигателлари яратиш мотор ёнилғисининг химиявий табиатига боғлиқ.

6-§. Тўйинмаган углеводородлар. Этилен қатори. Олефинлар. Тўйинмаган углеводородларнинг умумий формуласи $C_n H_{2n}$ билан ифодаланади. Бу углеводородлар қаторининг вакили этилен бўлиб, унинг тузилиши $H_2C=CH_2$ дир. Этилен тўйинмаган оддий углеводородларнинг гомологи бўлиб, ундаги углерод атомлари қўш боғ билан боғланган.

Этилен сувда эримайдиган рангсиз газ. У ҳаво билан аралашиб, портловчи газ ҳосил қилади. Этилен углеводородларининг дастлабки уч вакили одатдаги шаронтда газдир; Анилин C_6H_6 дан бошланадиган гомологлар — суюқликлар; $C_{19}H_{38}$ дан бошлаб қаттиқ моддалардир.

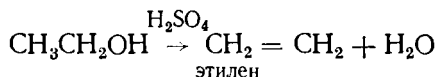
Этилен углеводородлари химиявий жиҳатдан парафинлардан анча фарқ қилади. Улар қўш боғнинг узилиши билан содир бўладиган бириктиш реакцияларига осон киришади ва тўйинган углеводородлар ҳосил қилади. Масалан:



Маълум шаронтда улар водород, сульфат кислота ва сув билан бириктиб, тўйинган бирикмалар ҳосил қилади.

Этилен углеводородлар учун хос реакциялардан бири полимерланиш реакциясидир.

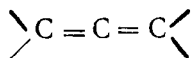
Этилен углеводородлар олишнинг умумий усули спиртларни сув тартиб олувчи моддалар ёрдамида дегидратлашдир. Масалан, этил спирт концентранган сульфат кислота иштирокида қиздирилганда этилен ҳосил бўлади:



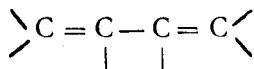
Этилен углеводородлар, асосан, нефть маҳсулотларини крекинглаш йўли билан олинади. Улар табиатда кам миқдорда нефть ва ёнувчи газларда учрайди.

Этилен ва унинг айрим гомологлари синтетик каучук, пластмасса, сунъий тола, юқори октанли ёнилғи олишда кўп ишлатилади.

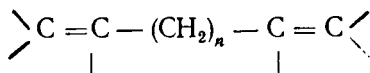
7-§. Диен углеводородлар (диолефинлар). Икки қўш боғли тўйинмаган углеводородлар *диолефинлар*, *диен углеводородлар* ёки *диенлар* деб аталади. Углеводород молекуласидаги иккала қўш боғ турлича жойлашган бўлиши мумкин. Боғлар бир углерод атоми олдида жойлашган бўлса, *кумуляирланган* боғлар деб аталади:



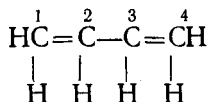
Икки қўш боғ битта оддий боғ билан ажратилган бўлса, *конъюгирланган* боғлар дейилади:



Қўш боғлар иккита ва ундан ортиқ оддий боғлар билан ажратилган бўлса, *изоляцияланган* (ажратилган) боғлар деб аталади:



Қўш боғлар халқаро номенклатурага кўра, шу боғлар бошланадиган углерод атомларининг номерлари билан белгиланади. Масалан,

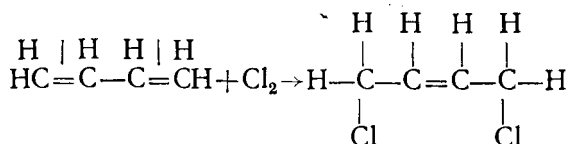


структурали углеводород 1,3-бутадиен дейилади.

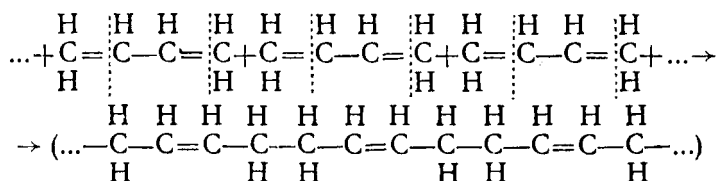
Кумулирланган ва ажратилган қўш боғли диенларнинг хоссалари олефинларнинг хоссаларига ўхшаш бўлади. Улар, худди олефинлар каби бирикиш реакцияларига киришади.

Қўш боғли конъюгирланган диен углеводородларни батафсил кўриб чиқамиз. Бундай углеводородлар баъзи хоссаларига кўра олефинлардан анча фарқ қилади ҳамда уларнинг айрим вакиллари синтетик каучук олишда дастлабки маҳсулот сифатида жуда катта аҳамиятга эга.

Конъюгирланган қўш боғли углеводородларнинг муҳим хусусиятларидан бири, улар ажратилган боғли бирикмаларга қараганда реакцияга тез киришади, бунда бирикиш реакцияси содир бўлади. Масалан, 1,3-бутадиенга хлор таъсир эттирилганда бутадиеннинг иккита қўш боғи ўрнига битта янги қўшбоғ ҳосил бўлади:

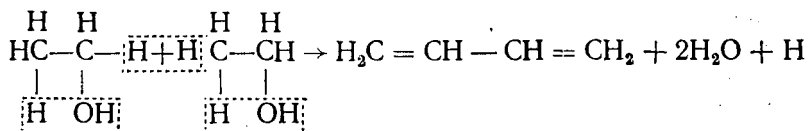


Конъюгирланган диен углеводородлар осон полимерланади. Бунда ҳам циклик, ҳам ациклик маҳсулотлар ҳосил бўлади. Айрим диен углеводородлар полимерланганда каучук хусусиятига эга бўлган жуда узун занжирли бирикмалар ҳосил бўлади. Бунда юқорида кўриб чиқилган механизмга биноан ҳар бир молекулада иккита қўш боғ узилади ва молекулалар иккала учи билан бирикиб, илгариги конъюгирланган система орасида қўш боғ ҳосил бўлади:

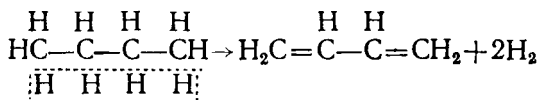


Бундай полимерланиш реакциялари синтетик каучук ишлаб чиқаришда катта аҳамиятга эга.

Дивинил ёки 1,3-бутадиен (C_4H_6) оддий шароитдаги газ. Дивинил саноатда С. В. Лебедев усулида синтез қилинади. Бунда спирт қиздирилган алюминий оксид ва рух оксид катализатори устидан ўтказилади. Бунда бир қатор реакциялар содир бўлади, шулардан энг муҳими — дивинил, водород ва сув ҳосил бўлишидир. Бу реакцияни умумий тарзда қуйидагича ифодалаш мумкин:

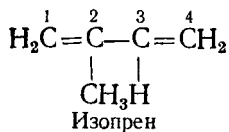


Дивинил олишнинг иккинчи муҳим усули — нефтни крекинглашда кўп миқдорда чиқадиغان маҳсулотни дегидрогенлашдир:



Бу усул халқ хўжалигининг бошқа тармоқларида спиртни те-
жаш мақсадида ундан дивинил (ва каучук) олиш усулининг ўр-
нини босиши керак.

Изопрен ёки 2-метил-1,3-бутадиен (C_5H_8) одатдаги ша-
роитда қайнаш температураси $+37^\circ C$ бўлган суюқлик.



Табийй каучук қуруқ ҳайдалганда оз миқдорда изопрен ҳо-
сил бўлади, бу ҳол каучукнинг тузилишини аниқлашга ва кейин-
чалик сунъий каучук синтез қилиш усулларининг топилишига ёр-
дам беради. Изопренни полимерлаш (бу реакция бутадиенни по-
лимерлашдагидек боради) натижасида тузилиши жиҳатидан
табийй каучукка жуда яқин бўлган юқори молекуляр углеводо-
род ҳосил қилиш мумкин.

Каучук автомобиль, самолёт, велосипед камералари ва по-
кришқалари, резина пойабзал, электр симлари изоляцияси, кўп-
гина медицина буюмлари (грелкалар, зондлар, катетерлар) ва
бошқалар тайёрлашда кўп ишлатилади.

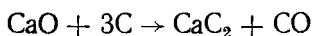
Каучук каучук дарахтларининг ширасидан олинади. Бунда
олинган каучук вулканизация қилинади, яъни олтингугурт ёки
олтингугурт хлорид билан ишланади; бунда каучук бирмунча
эластик бўлиб, температура ўзгарганда ҳам эластиклигини сақ-
лаб қолади, шунингдек, химиявий таъсирларга ҳам чидамли бў-
лади. Вулканизация процессида олтингугурт (25—40%) кўпроқ
ишлатилса, қаттиқ маҳсулот — жуда қимматли изоляцион мате-
риал — эбонит ҳосил бўлади.

8-§. Ацетилен қаторидаги углеводородлар (алкинлар). Аце-
тилен қаторидаги углеводородларда (уларнинг умумий формула-
си $C_n H_{2n-2}$) водород атомлари метан қаторидаги углеводородлар-
дагига қараганда тўрт барабар, олефинлардагига қараганда эса
икки барабар кам.

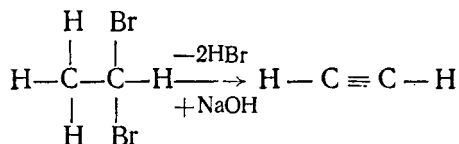
Бу қаторнинг биринчи углеводороди ацетилендир: унинг фор-
муласи C_2H_2 , структура формуласи эса $HC \equiv CH$.

Ацетилен олишнинг энг оддий усули кальций карбид CaC_2 га
сув таъсир эттиришдир:

Саноатда кальций карбид олиш учун кўмир билан сўндирил-
маган оҳак аралашмаси электр ёй печларида юқори температу-
рада қиздирилади:



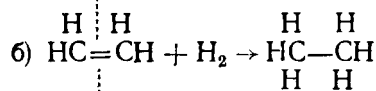
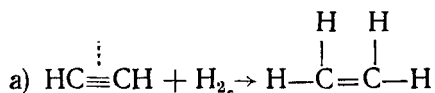
Ацетилен қаторидаги углеводородлар олишнинг умумий усу-
ли уларни дигалогенли ҳосилаларидан ишқорнинг спиртли эрит-
маси таъсирида галогеноводородларни ажратиш синтезидир:



Углеводородлар (C_2H_2 дан C_4H_6 гача) одатдаги шароитда газлар таркибидаги углерод атомлари сони 5 дан ортиқ бўлган углеводородлар эса суюқликлар, $\text{C}_{16}\text{H}_{30}$ дан бошлаб эса қаттиқ жисмлардир. Бу қаторнинг қайнаш ва суюқланиш температуралари этилен қаториники кабидир.

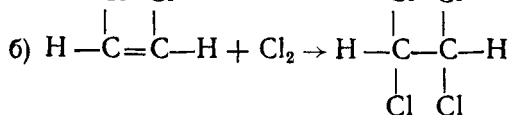
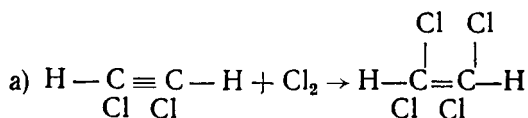
Ацетилен қаторидаги углеводородлар олефинларга нисбатан тўйинмаган углеводородлардир. Булар учун қуйидаги реакциялар хос.

1. Водородни бириктириш. Бу реакцияда, бошқа бир қанча реакцияларда бўлганидек, бириктириш процесси икки босқичда боради:

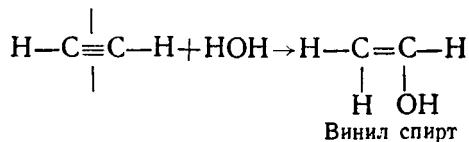


(реакция, олефинларга ўхшаш, Pt, Ni катализатори иштирокида боради).

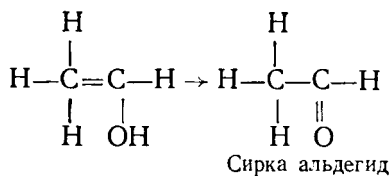
2. Галогенларни бириктириш:



3. Сувни бириктириш:



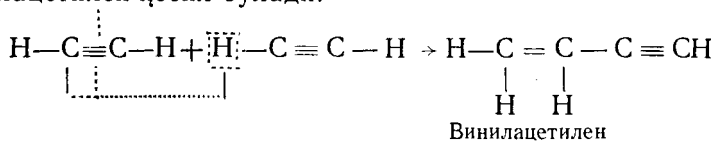
Ҳосил бўлган винил спирт беқарор, у осон изомерланиб, сирка альдегидга айланади:



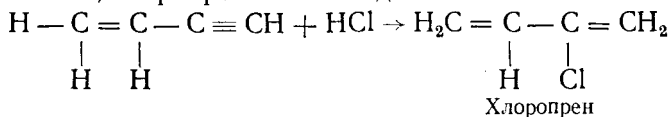
Ацетиленга сув бириктириш реакцияси симоб тузларининг каталитик таъсири остида боради. Бу реакцияни рус олими М. Г. Кучеров топганлиги учун Кучеров реакцияси деб аталади.

Сирка альдегид техникада сирка кислота, этил спирт ва бошқа бир қанча моддалар олиш мақсадида кўп ишлатилади, шунинг учун бу реакция катта амалий аҳамиятга эга.

4. Ацетилен углеводородларнинг полимерланиши шароитга қараб ҳар хил бўлади. Масалан, ацетилен 80°C да CuCl ва NH_4Cl эритмаларидан хлорид кислота иштирокида ўтказилганда винилацетилен ҳосил бўлади:



Бу реакцияда ҳосил бўлган винилацетилен HCl ни осон бириктириб олиб, хлоропренга айланади:



Юқорида баён этилган бирикиш реакциялари ҳамма тўйинмаган углеводородлар — этилен углеводородлари учун ҳам, ацетилен углеводородлари учун ҳам хос. Лекин фақат ацетилен углеводородларининг ўзигагина хос бўлган этилен углеводородлари реакциясидан кескин ажралиб турадиган реакциялар ҳам бор.

Ацетилен — одатдаги шароитда рангсиз газ (қайнаш температураси $-83,8^{\circ}\text{C}$). Тоза ацетилен деярли ҳидсиз. Кальций карбиддан олинадиган техникавий ацетиленда ацетилен аралашмаларига, масалан, водород фосфид PH_3 ва водород арсенид AsH_3 га хос қўланса ҳид бўлади. Бу аралашмалар жуда заҳарлидир.

Ацетилен ёнганда равшан, кучли тутайдиган аланга, метан ёнганда деярли рангсиз хира аланга, этилен ёнганда эса кам тутайдиган аланга ҳосил бўлади; бунинг сабаби, метандан ацетиленга томон бирикма таркибидаги углерод миқдори ортиб боришидир.

Ацетилен ҳаво билан аралашганда жуда хавфли портловчи аралашма ҳосил қилади. У этиленга нисбатан бир қадар кўпроқ наркотик хоссаларга эга. Ацетилен ароматик углеводородлар синтез қилиш, винил-ацетилен олиш хлоропрен, синтетик каучук

ва Кучеров реакцияси билан ацетальдегид олиш учун ишлатилади. Ацетилендан баъзи эритувчилар, масалан, трихлорэтилен ва бошқалар синтез қилишда фойдаланилади.

Ацетилен металлларни пайвандлашда ва қирқишда кўп ишлатилади.

9- §. Углеводородларнинг галогенли ҳосилалари. Углеводород молекуласидаги битта ёки бир нечта водород атоми ўрнини галогенлар олиши натижасида ҳосил бўладиган бирикмалар *углеводородларнинг галогенли ҳосилалари* дейилади.

Галогенга (галоидга) алмашган водород атомларининг сони-га қараб, углеводородларнинг бир галоидли, икки галоидли, уч галоидли ва умуман полигалоидли бирикмалари бўлади. Мисол учун метаннинг галоидли бирикмаларини келтирамиз:



Метил
хлорид



Метилен
хлорид

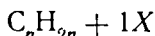


Хлоро-
форм



Тетрахлор
метан

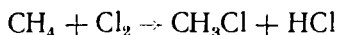
Тўйинган углеводородларнинг бир галоидли бирикмалари галоидли *алкиллар* деб аталади; уларнинг таркиби қуйидаги умумий формула билан ифодаланади:



бу ерда X — F, Cl, Br, I бўлиши мумкин.

Галоидли алкиллар бир неча усуллар билан олинади:

1. Тўйинган углеводородларга галоид таъсир эттириш:

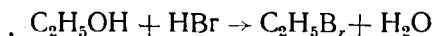


Юқорида кўрсатиб ўтилганидек, хлорлгш ва бромлаш реакциялари ёруғлик таъсирида боради.

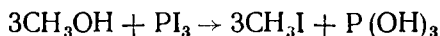
2. Водород галогенидларни олефинларга бирик-тириш. Бунда реакция Марковников қондасига биноан боради:



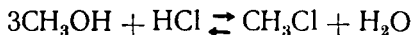
3. Спиртлардаги гидроксил группасини галоидга алмаштириш. Бунинг учун спиртларга кислоталарнинг концентранган эритмалари таъсир эттирилади:



ёки спиртлар билан фосфорнинг галоидли бирикмалари ўзаро таъсир эттирилади:



Спирт билан водород галогенид орасида борадиган реакция қайтар реакциядир:



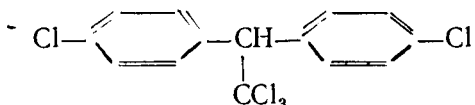
Мувозанатни ўннга силжитиш учун сувсиз спирт олинади. Ажралиб чиқаётган сувни боғловчи концентрланган сульфат кислота иштирокида ҳам галоидли алкил кўпроқ ҳосил бўлади.

Хлороформ CHCl_3 (бошқача айтганда, трихлорметан) $61,5^\circ\text{C}$ да қайнайдиغان суюқлик бўлиб, хирургия операцияларида наркоз учун ишлатилади.

Углерод тетрахлорид (углерод (IV)-хлорид) CCl_4 — ёнмайдиган оғир суюқлик қайнаш температураси $76,8^\circ\text{C}$; ўсимликлардан ёғ ва мойлар ажратиб олишда, кийим-кечакдан ёғ доғларини кетказишда ва шу кабиларда эритувчи сифатида ишлатилади.

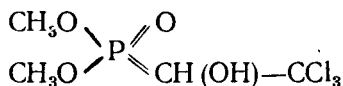
Дифтордихлорметан CF_2Cl_2 (фреон) — суюқлик, $29,8^\circ\text{C}$ да қайнайди, заҳарли эмас, одатдаги температурада металллар билан реакцияга киришмайди, буғлатилганда кўп миқдорда иссиқлик ютилади. Совитиш машиналарида аммиак ўрнида ишлатилади.

Гексахлорциклогексан (гексахлоран) $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ ва дихлор дифенитрихлорметилметан (ДДТ)



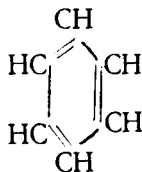
кўпгина заҳар-химикатларнинг, зараркунанда ҳашаротларга ва ўсимликларнинг касалликларига қарши курашиш учун ишлатиладиган химиявий воситалар (инсектицид ва фунгицидлар)нинг таъсир этувчи асоси сифатида ишлатилади.

Гексахлоран ва ДДТ билан бир қаторда, зарарли ҳашаротларга қарши (инсектицид тарзида) жуда самарали таъсир этувчи модда хлорофос:

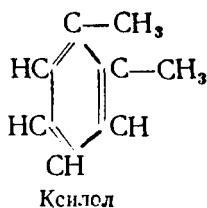
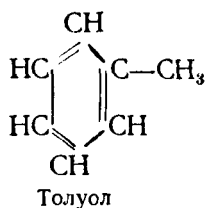


10- §. Ароматик углеводородлар. (Карбоциклик бирикмалар.) Бу бирикмаларнинг умумий формуласи: $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$. Карбоциклик бирикмалар қаторининг вакили бензол C_6H_6 дир.

Бензол рангсиз, ўзига хос ҳидли тиниқ суюқлик, сувда эримайди. Бензол аланга ҳосил қилиб ёнади. Унинг қайнаш температураси $80,2^\circ\text{C}$ га, қотиш температураси эса $5,5^\circ\text{C}$ га тенг. Бензолнинг тузилиши қуйидагича:



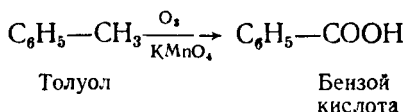
Бензолнинг энг яқин гомологлари толуол $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ ва ксилол $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ бўлиб, уларнинг тузилиши қуйидагича:



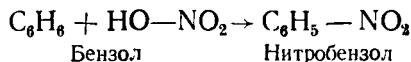
Бензол ва унинг гомологлари циклик тузилишга эга бўлиб, таркибда учта қўш боғ бор. Булар бириктиш реакциясига қийин киришади. Бу бирикмаларга алмашиниш реакцияси, асосан, нитроланиш ва сульфоланиш реакциялари хос.

Бензол ҳалқаси (ядроси) жуда мустаҳкам бўлгани учун унга оксидловчи моддалар таъсир қилмайди.

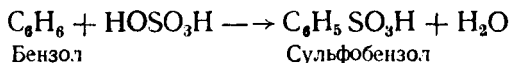
Бензол гомологларида ядро ва ён занжирлар бўлади. Бензол гомологлари KMnO_4 , HNO_3 таъсирида оксидланиб, органик карбон кислоталарга айланади, масалан:



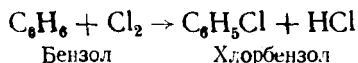
Ароматик углеводородларнинг ўзига хос реакцияларидан бири нитроланиш реакциясидир (бунда водород атоми нитрогруппа NO_2 билан ўрин алмашади):



Сульфоланиш реакцияси (бунда водород атоми сульфогруппа SO_3H билан ўрин алмашади):



Бензол ҳалқасидаги водород атомлари юқори температурадан ва катализаторлар иштирокида галогенлар билан ўрин алмашиниши ва тегишли галогенли ҳосилалар ҳосил қилиши мумкин, масалан:



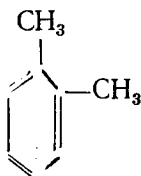
Ёруғлик таъсирида ва катализаторлар иштирокида бензолга хлорнинг олти атоми бирикади. Ҳосил бўлган модда гексахлоран деб аталади ва таркиби $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ формула билан ифодаланади. Гексахлоран қишлоқ хўжалиги зараркундаларига қарши курашда ишлатилади.

Бензол ҳалқасининг тузилиши қатор факторлар билан исботланади:

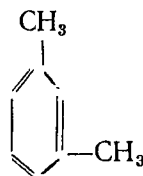
1) бензол молекуласининг таркиби C_6H_6 формула билан ифодаланади;

2) бензолнинг битта водороди алмашинишидан олинган ҳосиласи-да изомер бўлмайди;

3) бензолнинг икки водороди алмашган ҳосиласининг учта изомери бўлади;



Ортоксилол

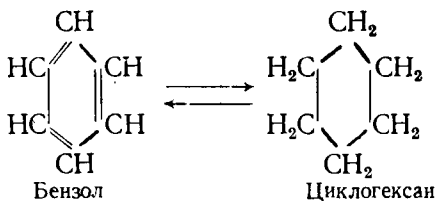


Метаксилол



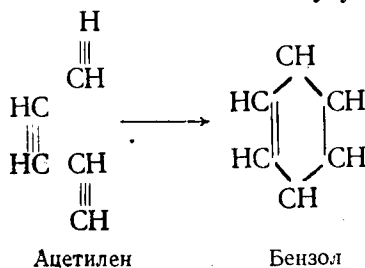
Параксилол

4) бензол гидрогенланганда циклогексан ҳосил бўлади, циклогексаннинг тузилиши синтез йўли билан тасдиқланган:

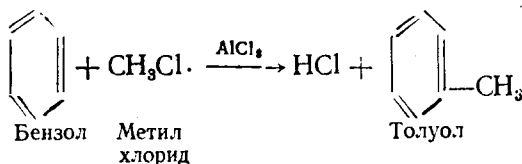


5) ҳозирги замон электронографик ва рентгеноскопик текширишларнинг кўрсатишича, бензол молекуласидаги углерод ҳалқаси тенг ёқли олти бурчаклидир.

Бензол ацетиленни юқори температурада катализатор иштирокида активланган кўмир таъсирида полимерлаш йўли билан олиниши мумкин (Н. Д. Зелинский ва Б. А. Казанский усули):



Бензол гомологларини олишда Фридель-Крафтс усулидан фойдаланилади, бунда бензол аралашмаси ва ёғ углеводородининг хлорли ҳосилаларига AlCl_3 катализатори таъсир эттирилади:

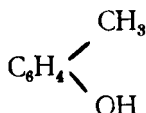


Тошкўмирни қуруқ ҳайдаш йўли билан ароматик углеводородлар ҳосил қилинади. Тошкўмирни 1000—1100°С температурада ҳавосиз жойда ҳайдаш процесси *кокслаш* дейилади.

Тошкўмир смоласининг таркиби жуда мураккаб. Ҳозирги вақтда ундан 300 га яқин тур модда олиниб, уларнинг талайгина қисми ароматик моддалардир. Ароматик углеводородлар ва уларнинг ҳосилалари техникада эритувчилар, ёқилғи, дезинфекцияловчи моддалар сифатида, химиявий маҳсулотлар олиш учун хом ашё сифатида кенг кўламда ишлатилади. Портловчи моддалар, бўёқлар, пластмасса, каучук, сунъий смолалар, лак, дори-дармон, хушбўй моддалар ҳам ароматик углеводородлар ва уларнинг ҳосилаларидан олинади.

11- §. Феноллар. Феноллар таркибидаги гидроксил группалар сонига кўра бир атомли, икки атомли ва уч атомли бўлади.

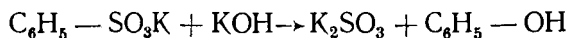
Бир атомли феноллар. C_6H_5OH таркибли модда карбол кислота ёки *фенол* деб аталади. Толуол асосида крезоллар деб аталадиган учта изомер (*орто* — , *мета* — ва *пара* — изомерлар) ҳосил қилиш мумкин.



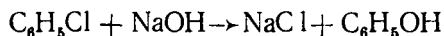
Феноллар мураккаб углеводородларни қуруқ ҳайдаш йўли билан ҳосил қилинади. Шунинг учун ҳам улар тошкўмир смоласида, суяк мойида топилган. Тошкўмирнинг иккинчи ва учинчи фракциясида (170—270°С) фенол айниқса кўп бўлади.

Феноллар ароматик углеводородлардан синтетик усулларда олинади:

1. Сульфокислота тузларига ишқор қўшиб қиздириш:

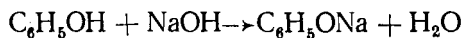


2) Галоидли ҳосилаларга мис тузлари (катализаторлар) иштирокида ишқор эритмаси таъсир эттириш:

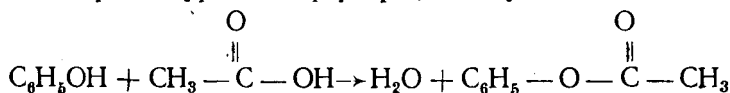


Феноллар ароматик аминлардан ҳам олиниши мумкин. Феноллар суюқ ёки кристаллик моддалардир. Парчаланмасдан қайнайди ва ҳайдалади. Сувда кам эриб, ўзига хос ҳид тарқатади. Фенол (карбол кислота) 41° С да суюқланади, 182° С да қайнайди.

Феноллар ишқорлар билан реакцияга киришиб, фенолятлар ҳосил қилади:



Феноллардан мураккаб эфирлар ҳосил бўлади:

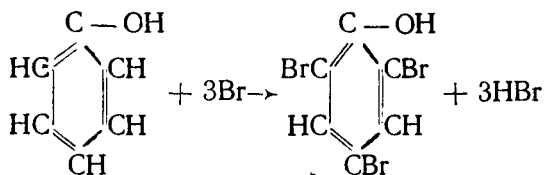


Феноллардан мураккаб эфирлар ҳосил бўлиши спиртларга қараганда бирмунча қийин.

Фенолятларга галоидли алкиллар таъсир эттириш йўли билан оддий эфирлар олинади:



Феноллар галоидлар, масалан, бромли сув билан жуда осон реакцияга киришиб, трибромфенол ҳосил қилади:



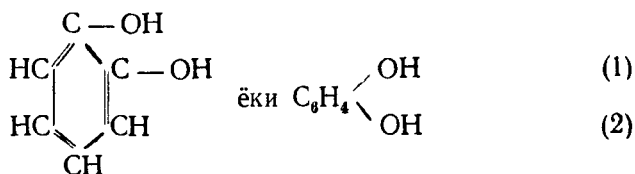
Фенол кучли антисептик, дезинфекцияловчи модда сифатида ишлатилади.

Фенол қорамой таркибига кирганлиги учун у темир йўл шпалларига ва симёғочларга шимдирилади. Карболсовун (қора карболка) эмульсияси ҳолида ўсимлик зараркунандаларига (дарахт пўстлогини ва мевасини кемирувчи ҳашаротлар, қарам капалаги ва бошқаларга) қарши курашда қўлланилади.

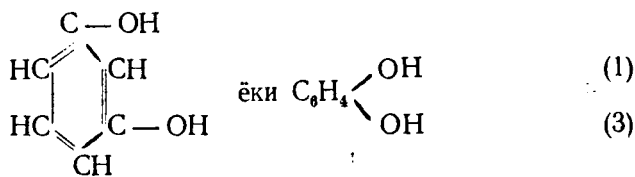
Фенолнинг кўпгина миқдори пикринат кислота олишда, фотографияда, ҳар хил бўёқлар тайёрлашда ишлатилади.

Фенолга формальдегид қўшиб қиздирилганда конденсатланади ва сунъий смола ҳосил бўлади; электротехникада яхши изоляторлар (масалан, бакелит) сифатида ишлатилади.

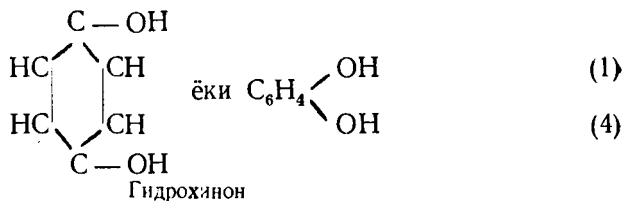
Икки атомли феноллар. Икки атомли феноллар диоксибензоллар бўлиб уч хил изомер ҳолида: *орто*-, *мета*- ва *пара*-изомерлар ҳолида учрайди. *Орто*-изомер пирокатехин деб, *мета*-изомер резорцин деб, *пара*-изомер эса гидрохинон деб аталади.



Пирокатехин



Резорцин



Икки атомли феноллар ўсимликлар таркибига киради ёки эркин ҳолатда ёхуд бошқа моддалар билан бириккан ҳолда бўлади. Улар, одатда, қуруқ ҳайдаш ёки ҳар хил ўсимлик моддаларига, асосан смолаларга КОН таъсир эттириш йўли билан олинади. Фенол синтетик йўл билан ҳам олинади.

Икки атомли фенолларнинг ҳаммаси кристалл моддалар бўлиб, қуйида шулардан айримларини кўриб ўтамыз:

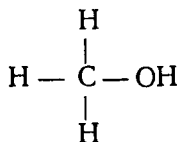
1. **П и р о к а т е х и н.** Сувда яхши эрийдиган кристалл модда, ишқорий эритмаларда осон оксидланади, темир хлорид эритмаси таъсирида тўқ яшил рангга киради.

2. **Р е з о р ц и н.** Сувда осон эрийдиган кристалл модда, темир хлорид эритмаси таъсирида тўқ бинафша рангга киради. Яхши антисептик. Баъзи бўёқлар синтез қилишда ишлатилади.

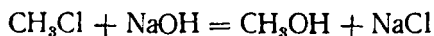
3. **Г и д р о х и н о н.** Сувда яхши эрийдиган кристалл модда, кучли қайтарувчи бўлгани учун фотографияда очилтиргич (проявитель) сифатида ишлатилади. Гидрохинон иккита водород атоми ажратиб чиқариб, хинонга айланади; хинон сариқ-қўқ тусли, ўткир ҳидли модда, сув буғи билан учиб кетади; қайтарилганда гидрохинонга айланади.

12-§. Спиртлар. Углеводородлардаги бир ёки бир неча водород атомининг гидроксил группаларга алмашишуви натижасида ҳосил бўлган бирикмалар *спирт* ёки *алкоголлар* дейилади. Бироқ спиртлар сувда эриганда OH^- ионлар ҳосил бўлмайди; шунинг учун спиртларда асос хоссалари намоён бўлмайди.

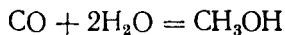
Спиртлар синфига кирадиган бирикмаларнинг энг оддий вакили метил спирт (CH_3OH)дир, унинг тузилиши:



Метил спирт ёғоч қуруқ ҳайдалганда ҳосил бўлади, шунинг учун у *ёғоч спирти* деб ҳам аталади. Ҳозирги вақтда метил спирт, асосан, синтетик усул билан олинади. Масалан, метил хлоридга ўювчи натрий эритмаси қўшиб қайнатилганда метил хлориддаги хлор ўрнини гидроксил олади, натижада метил спирт ҳосил бўлади.



400°C ва 50 атм да катализатор рух оксид билан хром оксид аралашмаси ёки рух оксид билаш мис (II) - оксид аралашмаси иштирокида сув газидан ҳам метил спирт ҳосил қилиш мумкин:



Метил спирт смола ва дарахт елимларини эритувчи сифатида, лак, политура, ҳар хил бўёқлар ва препаратлар ишлаб чиқаришда, шунингдек, этил спиртни денатуратлашда (ичишда яроқсиз қилишда) ишлатилади.

Метил спирт заҳарли модда, уни ичган кишининг кўзи кўр бўлиб қолади; кўпроқ миқдори ўлимга олиб келади.

Этил спирт, бошқача айтганда, вино спирти ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) шакарларнинг ачиши натижасида ҳосил бўлади. Спирт ишлаб чиқаришда шакардан эмас, балки картошка ёки жўхори, буғдой ва бошқа донларнинг крахмалидан фойдаланилади.

Этил спирт эритувчи сифатида ҳамда спиртли ичимликлар тайёрлашда ишлатилади. Хушбўй моддаларни спиртда эритиб, ҳар хил атирлар ва бошқа парфюмерия буюмлари тайёрланади.

Метил спирт ва этил спирт таркибидаги водород атомларининг фақат биттаси ўрнини битта ОН группа олган бўлади. Шунинг учун бундай спиртлар *бир атомли спиртлар* дейиладн. Таркибида $\text{CH}_2\text{—OH}$ группа бўлган бир атомли спиртлар *бирламчи*, CH—OH группа бўлганлари *иккиламчи*, C—OH группа бўлганлари эса *учламчи спиртлар* дейиладн. Спиртлар молекуласи таркибидаги гидроксил группа сонига қараб *икки атомли* ва умуман, *кўп атомли* бўлиши мумкин.

Кўп атомли спиртларнинг вакили глицериндир:



Ёғларнинг парчаланиши ва углеводларнинг бижғиши натижасида глицерин ҳосил бўлади. Глицерин ширин таъмли, сув билан яхши аралашадиган, қиёмсимон, оғир суюқлик. Глицерин озиқ-овқат саноатида, парфюмерияда ва медицинада ишлатилади.

Глицеринни ўткир (нитрат ва сульфат) кислоталар билан ишлаш (бу процесс нитролаш дейилади) натижасида нитроглицерин $\text{C}_3\text{H}_5(\text{ONO}_2)_3$ деб аталадиган портловчи модда ҳосил қилинади:



Сульфат кислота нитролаш процессида сувни тортиб олувчи модда вазифасини ўтайди, шу сабабли, реакция тенгламасида сульфат кислота кўрсатилган эмас.

Нитроглицерин шимдирилган қипиқ ёки инфузорияли тупроқ динамит дейилади. Динамит портловчи модда сифатида ишлатиладн.

13- §. Эфирлар. Таркибида бир-бири билан кислород атоми орқали боғланган иккита органик радикал (CH_3 ; C_2H_5 ; C_3H_7 ва

бошқалар) бўлган бирикмалар *эфирлар* дейилади. Агар радикаллар R ва R' билан белгиланса, эфирларнинг умумий таркиби қуйидагича ифодаланади:

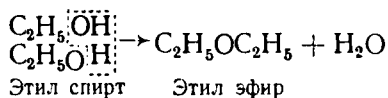


Эфирларни спирт таркибидаги гидроксил группанинг водород атоми радикалга алмашинишидан ҳосил бўлган маҳсулот деб қараш мумкин.

Эфирлардан метил эфир $CH_3 - O - CH_3$, этил эфир $C_2H_5OC_2H_5$, метил-этил эфир $CH_3 - O - C_2H_5$ ва бошқалар маълум.

Булардан энг муҳими этил эфир (ёки сульфат эфир) $C_2H_5OC_2H_5$ дир.

Этил эфир концентрланган сульфат кислота иштирокида спиртдаги сувни йўқотиш (дегидратлаш) натижасида олинади:



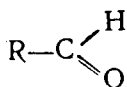
Бунинг учун ўткир сульфат кислота билан спирт аралашмаси $140^\circ C$ га қадар қиздирилади. Ҳосил бўлган эфир ҳайдалади, сўнг-ра сув билан ювилиб, кальций хлорид ёрдамида қуриштилади.

Этил эфир ўзига хос ўткир ҳидли, паст ($34,5^\circ C$) температурада қайнайдиган, ҳаракатчан суюқлик. Эфир буғи жуда осон алангланади.

Эфир ёғ, мой ва смолаларни эритувчи сифатида кенг қўламда ишлатилади. Эфир билан спирт аралашмаси нитроцеллюлозани эритувчи сифатида ишлатилади. Эфир дори тайёрлашда ҳам ишлатилади; масалан, Гофман микстураси эфир билан спирт аралашмасидир. Жуда яхши тозаланган эфир медицинада наркоз сифатида ишлатилади.

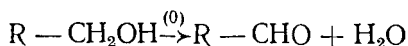
14- §. Альдегидлар. Молекуласида углеводород радикали ёки во-

дород атоми билан бириккан бир валентли $-C \begin{array}{l} \nearrow H \\ \searrow O \end{array}$ группа бўладиган органик бирикмалар *альдегидлар* дейилади. Альдегидларнинг умумий формуласини қуйидагича ифодалаш мумкин:

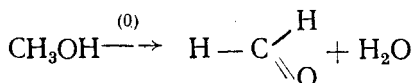


Альдегидлар бирламчи спиртларнинг дастлабки оксидланишидан ҳосил бўлган маҳсулотдир. Спирт таркибига кирувчи CH_2OH

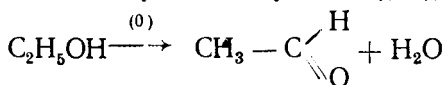
группа окисловчи реагент таъсирида ўзининг иккита водород атоми йўқотиб, альдегид группа $\text{—C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{//} \\ \text{H} \end{smallmatrix}$ га айланади:



Метил спирт окисланганда чумоли альдегид (формальдегид), этил спирт окисланганда эса сирка альдегид (ацетатальдегид) ҳосил бўлади:



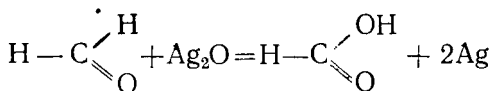
Метил спирт Чумоли альдегид



Этил спирт Сирка альдегид

Альдегид окисланганда қандай органик кислота ҳосил бўлса, альдегид ўша кислота номи билан аталади.

Альдегидлар қўш боғли бўлганлиги учун улар реакцияга жуда осон киришади. Қўш боғнинг оддий боғга айланиши натижа-сида бўшаб қоладиган валентлик боғи ҳисобига турли атом ёки радикаллар бирикиши мумкин. Альдегидлар жуда осон окисланиб, тегишли кислоталарга айланади — улар кучли қайтарувчилардир. Ойна сиртини кумушлаб қўзғу тайёрлаш, Дьюар идишларини ва арча ўйинчоқларини кумушлаш альдегидларнинг қайтарувчанлик хоссаларига асосланган. «Кумуш қўзғу реакцияси» деб аталадиган бу реакция қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



Чумоли альдегид Чумоли кислота

Бу реакциядан органик моддалар таркибида альдегид группа бор-йўқлигини аниқлашда фойдаланилади.

Альдегидларнинг энг оддийси чумоли альдегид (формальдегид) (НСОН) дир. У лаққа чўғ ҳолига келтирилган мис қириндилари устидан метил спирт буғи билан ҳаво аралашмаси ўтказиш йўли билан ҳосил қилинади. Бундай шароитда спирт таркибидagi водород ажралиб чиқиб, альдегид ҳосил бўлади:



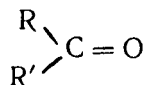
Формальдегид ўзига хос ўткир ҳидли газ. Унинг сувдаги эритмаси — формалин — антисептик ва дезинфекцияловчи хоссаларга эга.

А. М. Бутлеров формальдегиднинг одатдаги температурада осон полимерланишини, яъни таркиби бир хил, аммо молекуляр

оғирлиги катта бўлган бирикмаларга айланишини топди. Бунда таркиби CH_2O бўлган, қаттиқ оқ кукундан иборат полимер ҳосил бўлади.

Формальдегид сунъий смола ва пластик массалар ишлаб чиқаришда жуда кўп ишлатилади. Масалан, фенол ёки крезолни аммиак иштирокида формальдегид билан ишлаб бакелит смола олинади. Бакелит смолаларга турли моддалар, чунончи, толали моддалар ва бўёқлар қўшиб, ҳар хил пластик массалар тайёрланади. Пластик массаларни пресслаб, жуда кўп миқдорда турли буюмларини тайёрлаш мумкин. Пластмассадан тайёрланган буюмлар кислоталар таъсирига чидамли бўлади, суюқланмайди, органик эритувчиларда эримайди ва электр токини ўтказмайди.

15-§. Кетонлар. Таркибида бир-бири билан карбонил группа ($>\text{CO}$) орқали бириккан икки радикал бўлган бирикмалар *кетонлар* дейилади. Кетон молекуласининг таркиби қуйидаги формула билан ифодаланади:

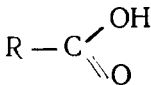


Кетонлар номи улар таркибидаги органик радикаллар номидан ҳосил бўлади. Масалан, $\text{CH}_3\text{—CO—C}_2\text{H}_5$ таркибли модда метилэтилкетон деб аталади.

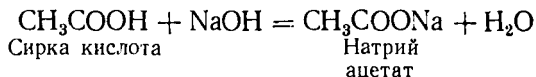
Кетонлар химиявий жиҳатдан альдегидларга қараганда кам актив бўлади, масалан, кумуш оксиднинг аммиакли эритмаси кетон таъсирида қайтарилмайди.

Бу синфга кирувчи бирикмалардан энг муҳимн, одатда, ацетон деб аталадиган диметилкетон ($\text{CH}_3\text{—CO—CH}_3$) дир. Ёғоч қуруқ ҳайдалганда бошқа моддалар билан бирга ацетон ҳам ажралиб чиқади. Ацетон $+57,5^\circ\text{C}$ да қайнайдиган, қўланса ҳидли, рангсиз суюқлик. У кўпчилик органик моддаларни жуда яхши эритади, ҳар хил органик моддалар синтез қилишда ярим маҳсулот сифатида ишлатилади. Ацетоннинг бромацетон ($\text{CH}_3\text{—CO—CH}_2\text{Br}$) деб аталадиган ҳосиласи бўғувчи хоссаларга эга бўлиб, кўздан ёш оқизади. Бромацетон биринчи жаҳон урушида заҳарловчи модда сифатида ишлатилган эди.

16-§. Органик кислоталар. Органик кислоталар молекуласида карбоксил группа (COOH) бўлиб, улар ана шу билан кислородли органик бирикмалардан фарқ қилади. Карбоксил группда кислород атомларининг сони альдегид ва кетонлардагига қараганда икки ҳисса ортиқ бўлади. Органик кислота молекуласида битта ёки бир неча карбоксил группа бўлиши мумкин. Агар радикал ёки водород атоми R билан белгиланса, органик кислоталарнинг умумий формуласини қуйидагича ёзиш мумкин:

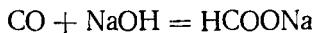


Органик кислоталарда ҳам худди минерал (анорганик) кислоталардаги каби, водород атоми метилга алмашиниши мумкин. Бунинг натижасида органик кислоталарнинг тузлари ҳосил бўлади. Органик кислоталар асослар таъсирида нейтралланади. Масалан, сирка кислота (CH_3COOH) ўювчи натрий эритмаси билан қуйидагича реакцияга киришади:



Кислота таркибидаги карбоксил группалар сонига қараб, кислоталар бир негизли, икки негизли, уч негизли ва ҳоказо бўлиши мумкин. Чумоли (формиат) ва сирка (ацетат) кислота бир негизли кислотадр.

Чумоли кислота (HCOOH) — ўткир ҳидли суяқлик. Бу кислота ҳашаротларнинг (ари, асалари ва бошқаларнинг) найзасида ва қизғиш чумолиларнинг танасида бўлади. Қиздирилган ўювчи натрийга углерод (II) - оксид таъсир эттирилганда чумоли кислотанинг натрийли тузи (HCOONa) ҳосил бўлади:



Бу кислота тузлари формиатлар дейилади: улар ҳам худди кислота каби кучли қайтарувчилардир; шунинг учун бу тузлар тўқималарни бўйшада ишлатилади. Чумоли кислотанинг сувдаги (1% ли) эритмаси «чумоли спирти» номи билан бод касаллигини даволашда дори сифатида ишлатилади.

Сирка кислота (CH_3COOH) баргли дарахтларнинг қуруқ ҳайдалиши натижасида чиқадиган маҳсулотлардан олинади. Суюлтирилган эритмалар ҳолида олинган вино спиртини бижғитиб, сирка кислотага айлантирувчи махсус бактериялар таъсири остида ҳаво кислороди билан оксидланиши натижасида ҳам сирка кислота ҳосил бўлади. «Сирка замбуруғчалари» деб аталадиган бу бактериялар узум виносини ачитади; узум виносини ачитиб, сирка тайёрланади. Жуда кўп миқдордаги сирка кислота синтетик усулда ацетилендан олинади.

Сувсиз тоза сирка кислота хона температурасида қотади; шунинг учун у *муз сирка кислота* дейилади. Сотиладиган сирка кислотанинг 80% эритмаси «сирка эссенцияси»дир. «Сирка эссенцияси» суюлтирилиб, овқатга қўшиладиган сирка тайёрланади. Сирка кислота фармацевтика саноатида, лак-бўёқ саноатида ва шунга ўхшаш бошқа ишлаб чиқаришларда кўп ишлатилади.

Бир негизли кислоталарнинг юқори вақиллари пальмитин қис-
лота ($C_{15}H_{31}COOH$), стеарин қислота ($C_{17}H_{35}COOH$) ва олеин
қислота ($C_{17}H_{33}COOH$) дир.

Бу кислоталар глицерин, ўсимлик ва ҳайвон ёғлари таркибига кирилади, шунинг учун бу қатордаги кислоталарнинг ҳаммаси ёғ кислоталар деб аталади. Ёғларга ўта қиздирилган сув буғи таъсир эттириб, шунингдек, кислоталар қўшиб қиздириб, ёғни сувда эрийдиган глицеринга ва сув бетида қалқиб юрадиган кислоталарга парчалаш мумкин.

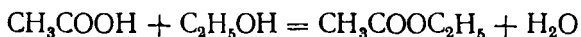
Тоза ҳолда олинган пальмитин ва стеарин кислоталар қаттиқ моддалар бўлиб, улардан стеарин шамлари тайёрланади.

Кўпчилик ўсимликлар таркибида бўладиган оксалат кислота $\begin{pmatrix} \text{COOH} \\ | \\ \text{COOH} \end{pmatrix}$ икки негизли кислоталарга мисол бўла олади.

Органик кислоталар хилма-хил бўлади; уларнинг кўпи тирик организмда муҳим роль ўйнайди ва амалий аҳамиятга эга.

17-§. Мураккаб эфирлар. Органик кислота молекуласидаги водород атоми фақат металл билан эмас, балки органик радикал билан ҳам ўрин алмашина олади. Бунинг натижасида мураккаб эфирлар ҳосил бўлади; уларнинг умумий формуласи RCOOR^1 .

Кислоталарга спирт таъсир эттирилиб, мураккаб эфир ҳосил қилинади. Масалан, сирка кислота билан этил спирт реакцияга киришганда мураккаб эфир — этилацетат ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$) ҳосил бўлади:



Мураккаб эфир ҳосил бўлиш процесси *этерификация* дейилади; этерификация процесси ташқи аломатларига кўра кислота билан асос орасида бўладиган нейтралланиш реакциясига ўхшайди. Спирт электролит бўлмаганлигидан сувда диссоциланмайди; шунинг учун этерификация реакцияси узоқ вақт давомида моддаларни қиздириб туриб ўтказилади. Бу процессда сувни тортиб олувчи сифатида сульфат кислота ишлатилади.

Органик кислоталарнинг мураккаб эфирлари осон учувчан, рангсиз ва сувда ёмон эрийдиган суюқликлардир. Мураккаб эфирларнинг кўпчилиги хушбўй бўлади. (Гул ва меваларнинг хушбўй бўлишига сабаб, улар таркибида эфир мойлари билан бир қаторда мураккаб эфирлар ҳам бўлади.)

Мураккаб эфирлар ароматик (хушбўй) эссенциялар, парфюмерия буюмлари, мева шарбатлари аралаштирилган сувлар ва спиртли ичимликлар тайёрлашда ишлатилади.

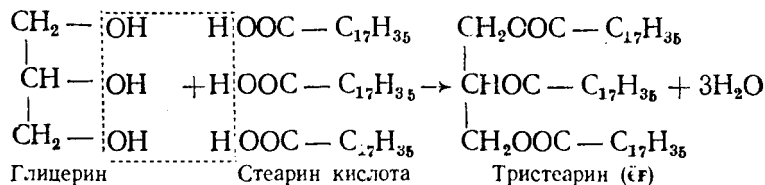
Мураккаб эфирлардан: этилформиат эфир (HCOOC_2H_5) — хушбўй модда, изоамилацетат эфир ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$) — нок эссенциясининг таркибий қисми; этилбутерат эфир ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$) — ананас ўсимлиги ва ҳоказоларни кўрсатиб ўтиш мумкин.

18-§. Ёғлар. Ҳайвон ва ўсимликлардан олинadиган барча ёғлар уч атомли спирт — глицериннинг бир негизли кислоталар би-

лан бирикиб ҳосил қилган мураккаб эфирлари аралашмасидир. Бундай эфирлар *глицеринлар* дейилади.

Ёғлар таркибига кирадиган энг муҳим кислоталар тўйинган кислоталардан — пальмитин кислота ($C_{15}H_{31}COOH$) ва стеарин кислота ($C_{17}H_{35}COOH$), тўйинмаган кислоталардан — олеин кислота ($C_{17}H_{33}COOH$) ва ленолин кислота ($C_{17}H_{29}COOH$) дир.

Ёғ ҳосил бўлишини, масалан, стеарин кислота глицерин эфирининг ҳосил бўлишини схематик равишда қуйидаги реакция билан ифодалаш мумкин:



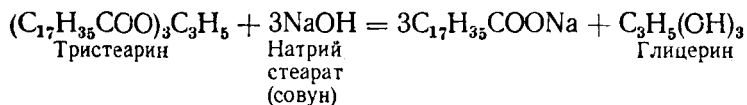
Агар ёғ таркибида ёғ кислоталарнинг мураккаб эфирлари — тристеарин ($(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5$) ва трипальмитин ($(C_{15}H_{31}COO)_3C_3H_5$) кўп бўлса, бундай ёғлар қаттиқ бўлади; мол ёғи, чўчка ёғи ва қўй ёғи, кокс мойи ва бошқалар шулар жумласидандир.

Сариёғ, ана шу ёғлар билан бир қаторда, триолеин $[(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5]$ ёғи ва 5 процентга яқин бўлган бутерин $[(C_7H_7COO)_3C_3H_5]$ бўлади; бутерин — ёғ кислота (бутерат кислота C_3H_7COOH) нинг мураккаб эфиридир.

Ўсимлик ёғлари, кўпинча, суюқ бўлади: булар, асосан, тўйинмаган ёғ кислоталарнинг мураккаб эфирларидан иборат. Зиғир, наша ва кўкнори уруғи мойларида кўпгина миқдорда (50 % яқин) трилинолен $[(C_{17}H_{31}COO)_3C_3H_5]$ бўлади. Трилинолен таркибига линолен кислота ($C_{17}H_{31}COOH$) киради, линолен кислота олеинга нисбатан тўйинмаган кислотади.

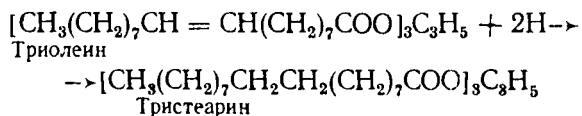
Таркибида тўйинмаган ёғ кислоталар бўлган мойлар *қуриб қоладиган* мойлар дейилади, чунки бу мойлар ҳаво кислороди билан оксидланиб қотади. Бундай мойнинг юпқа қавати қуригандан кейин эластик, шаффоф пардага айланади. Мойга озроқ сиккатив-марганец (IV) - оксид ёки қўрғошин (II) - оксид қўшилса, мойнинг «қуриш» процесси жуда тезлашади; бу процессда сиккатив катализатор вазифасини ўтайди. Қуриб қоладиган мойлар лак — бўёқ саноатида кўп ишлатилади. Мой бўёқлар тайёрлашда, сиккатив билан бирга олдиндан қиздириб олинган мойлардан фойдаланилади. Клеёнка ва линолеум тайёрлашда тўқима турли қўшимчалар аралаштирилган зиғир мойи билан қопланади.

Ёғлар турли мақсадларда — озиқ-овқат саноатида, совун тайёрлашда ва ҳоказоларда ишлатилади. Ёғ кислотанинг натрийли ёки калийли тузи ($C_{17}H_{35}COONa$ ва $C_{15}H_{35}COONa$) *совун* дейилади. Бундай тузлар мураккаб эфир (ёғ) га ўювчи ишқор эритмаси қўшиб қайнатиб, совунлаш натижасида ҳосил бўлади:



Эритма таркибида совун билан глицерин бўлади. Совун эритмадан қаттиқ ҳолатда ажратиб олинади. Эритмага ош тузи қўшилганда *туз билан сиқиб чиқариш* процесси натижасида совун ажралиб чиқади. Совун пиширадиган махсус заводларда турли совунлар (атир совун, кир совун ва медицина совунлари) ишлаб чиқарилади.

Энг яхши нав совунлар тўйинган қаттиқ ёғлардан тайёрланади. Бу мақсадда таркибида суюқ ёғ бўладиган ўсимлик мойлари қаттиқ ёғга айлантирилади. Суюқ ёғни қаттиқ ёғга айлантирувчи процесс *ёғнинг гидрогенланиши* дейилади. Ёғнинг гидрогенланиш процесси тўйинмаган ёғ молекуласидаги қўш боғлар бор жойга водород атомларининг келиб қўшилишидан иборат. Гидрогенланиши керак бўлган ёғ берк автоклавда катализатор (никель) иштирокида 200°га қадар қиздирилади. Автоклавага газсимон водород юборилади. Гидрогенланиш процессини схематик равишда қуйидагича ифодалаш мумкин:



Ёғларнинг гидрогенланиш процесси махсус заводларда жуда катта миқёсда олиб борилади. Иттифоқимизда кунгабоқар ва пахта мойлари гидрогенланади. Ҳосил бўлган *саломас* деб аталувчи қаттиқ ёғ совун саноатида ишлатилади. Бундай маҳсулотнинг паст температурадаги суюқланидиган энг яхши хиллари маргарин тайёрлашда, шунингдек кондитер саноатида ишлатилади.

XXIII б о б

ЮҚОРИ МОЛЕКУЛЯР БИРИКМАЛАР

1- §. Умумий маълумот. Органик химия фанининг XIX аср охири ва XX аср бошларида қўлга киритган ютуқлари химия фанининг ёш тармоғи бўлган полимерлар химиясининг ёки, аниқроғи, юқори молекуляр бирикмалар химиясининг жадал суръатлар билан ривожланиши учун катта йўл очиб берди. Янги хил материалларнинг — пластик масса, каучук ва техника хоссаларига эга бўлган қимматли бошқа маҳсулотларнинг ҳосил бўлиши химик, тадқиқотчи ва технологларда полимерлар химиясига нисбатан қизиқиш уйғотди. XX асрнинг бошларида полимер материаллар ишлаб чиқариш саноати соф тажрибаларга асосланган эди. Кейинги йилларда полимерлар олиш реакцияси ва полимер зан-

жирида содир бўладиган химиявий ўзгаришларни, бу процесслар механизми ва полимерларнинг физика-химиявий хоссалари комплекси уларнинг тузилиши ва таркибига боғлиқлигини чуқур ўрганиш натижасида полимер саноатининг тез суръатлар билан ўсиши пластик массалар, синтетик каучуклар, толалар, қопловчи моддалар, елим ва хилма-хил бошқа моддалар олиш учун асос бўлди.

Полимер материаллар саноати, айниқса, иккинчи жаҳон уруши ва ундан кейинги даврда жуда ўсди. Бу даврда полимер материаллар ишлаб чиқариш кўлами миллионлаб тоннага етди ва хилма-хил соҳаларда ишлатила бошлади.

Ҳозирги вақтда дунёда тахминан 50000 тур янги полимер, яъни кунига 300 полимер, 5 минутда 1 полимер синтез қилинмоқда. Партия ва ҳукуматимизнинг синтетик материалларни ва улардан маҳсулотлар ишлаб чиқаришни янада кенгайтириш тўғрисидаги қарори СССРда полимерлар химиясининг тез суръатлар билан ўсишини таъминлади. Шунинг учун бизнинг асримизни атом энергияси ва полимерлар асири деб бежиз айтмайдилар.

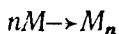
Ҳозирги замон асбобсозлиги ва машинасозлиги, радиотехника ва электроника, телевидение, тез учар самолётлар яшаш, ракета ва космик кемалар, автомобиллар, турар-жой ва бошқаларнинг ривожини тобора кўпаяётган синтетик полимерларсиз тасаввур этиб бўлмайди. Тиниқ полиэтилен клеёнкалар қишлоқ хўжалиги ҳамда озиқ-овқат саноатида тобора кенг ишлатилмоқда. Янги синтетик толалар (лавсан, нитрон, виол ва бошқалар) шерсть ва пахта ўрнини босадиган, пухта,ғижимланмайдиган, яхши бўйладиган маҳсулотлар олишга имкон бермоқда. Янги синтетик каучуклар қимматбаҳо табиий каучук ўрнини босмоқда.

Пластик массалар пресшлаш, штамплаш, босим остида қўйиш йўли билан ҳар хил қисм ва деталлар тайёрлашда қўл меҳнати ва маҳсулот сарфини камайтирмоқда ва маҳсулот олиш процессини тезлаштирмоқда. Полимерларнинг яна бир афзаллиги шундаки, уларнинг чиқиндиси ва ишлатилган қисмлари ўз хоссаларини йўқотмаган ҳолда қайта ишлатилиши мумкин. Пластмассадан тайёрланган буюмлар енгил, мустаҳкам, бежирим бўлиб, ҳаво босими ва об-ҳаво таъсирига чидамлидир. Полимер материаллар хирургияда (қон томирлари қисмларини эластик полимерлар билан ёпиштиришда), офтальмологияда (синтетик линзалар ва кўз гавҳарлари тайёрлашда), терапияда (полимер қон алмаштирувчилар ва дорилар сифатида) кенг кўламда ишлатилмоқда. Бинобарин, синтетик полимер материалларнинг халқ хўжалигида ишлатилиши техниканинг тараққий этишига катта йўл очиб бермоқда.

2- §. Юқори молекуляр бирикмаларнинг олиниши, структураси ва хоссалари. Полимерланиш реакциялари. Юқори молекуляр бирикмалар (макромолекулалар) минглаб, юз минглаб ва ҳатто, миллионлаб атомлардан иборат (макромолекулалар) бўлиб,

янги сифат хусусиятларга эга. Юқори молекуляр бирикмалар бирикиш реакцияси натижасида ҳосил бўлади.

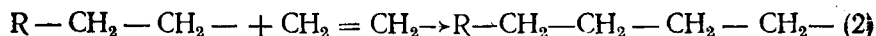
Улуғ рус химиги А. М. Бутлеров жаҳонда биринчи бўлиб полимер ҳосил қилган эди, аммо у кичик молекуляр оғирликка эга бўлганлиги учун амалда ишлатилмади. Бутлеров кашф этган усул — углерод атомларининг бир-бири билан узун занжир ҳосил қилиб бирикиши — асосан тўғри бўлиб, кейинчалик олимларнинг юз минглаб атомлардан тузилган катта молекуляр оғирликка эга бўлган полимерлар ҳосил қилиш учун асос бўлди. Оддий бирикиш реакцияларидан фарқли ўлароқ, бу ерда ғоят кўп бир хилдаги кичик молекуляр оғирликка эга бўлган мономерлар бир-бири билан бирикади. Юқори молекуляр бирикмалар ҳосил бўлишига оид умумий схема қуйидагича:



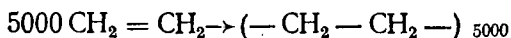
бу ерда M — мономер, n — олинган молекулалар сони. Бу схема M мономернинг n та молекуласи бир-бири билан химиявий бирикиб, мономерларнинг n марта такрорланишидан ҳосил бўлган битта катта молекулани кўрсатади. Такрорланаётган звенолар сони n полимерланиш даражаси дейилади. Бундай реакциялар қўш боғли моддалар (мономерлар) орасида содир бўлади ва полимерланиш реакциялари деб аталади. Полимерланиш реакциялари кўпинча, қўшни икки углерод атоми ўзаро қўш боғ билан боғланган органик моддаларда масалан, этилен молекуласида $CH_2=CH_2$ содир бўлади. Бундай бирикмалар катта энергияга эга бўлиб, бу энергия қўш боғнинг узилиш вақтида ажралиб чиқади. Одатда, мономер молекуласида қўш боғнинг узилиши эркин радикал R (метил CH_3 , фенил C_6H_5 ва бошқалар) таъсирида содир бўлади, эркин валентликка эга бўлган радикал эса тез реакцияга киришиш хусусиятига эга. Масалан, эркин радикал этилен молекуласига бирикиб, унинг бир учиди ўсиш хусусиятига эга бўлган актив марказ ҳосил қилади:



Раднал (1) жуда актив бўлиб, ўз навбатида, янги этилен молекуласини бириктириб олиб, узунроқ радикал ҳосил қилади:



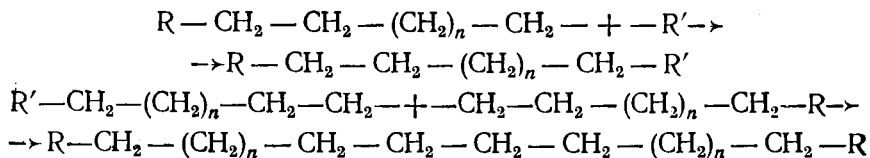
Худди шундай усул билан учинчи, тўртинчи, бешинчи ва ҳозирга этилен молекуласи бирикади. Тез ўтадиган бундай занжир реакцияси натижасида полимер занжири ўсади ва макромолекула ҳосил бўлади. Кўриб чиқиляётган мисолда газсимон этилендан эгилувчан полимер — полиэтилен ҳосил бўлади. Масалан, молекуляр оғирлиги 140000 га тенг бўлган полиэтиленнинг ҳосил бўлишини қуйидаги схема билан ифодалаш мумкин:



Демак, газ ҳолатидаги этиленнинг 5000 молекуласи (молекуляр оғирлиги 28) полимерланиш реакциясига киришади, бунинг натижасида 5000 этилен звеноси ўзаро мустаҳкам химиявий боғ орқали бирикиб, полиэтиленнинг битта макромолекуласини ҳосил қилади.

Одатда, полимер занжирининг ва, демак, молекуляр оғирлигининг ўсиши чексиз давом эта олмайди.

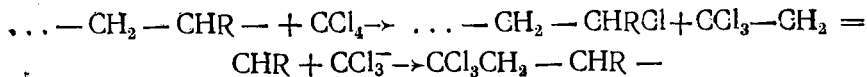
З а н ж и р н и н г у з и л и ш и. Полимер молекуласининг ўсини тўхтатувчи бир неча сабаб бўлиб, уларнинг ҳаммаси занжирнинг узилишига олиб келади. Юқорида кўриб ўтилган этилен мисолида, полимер занжирининг ўсиши эркин радикал таъсири остида боради. Агар реакция системда ўсиб келаётган полимер занжирга бошқа эркин радикал ёки ўсиб келаётган полимер занжири дуч келиб қолса, уларнинг бир-бири билан бирикиши натижасида занжир ўсишдан тўхтади, яъни занжир узилади. Буни қуйидаги иккита реакция орқали ифодалаш мумкин:



Бу ҳодиса полимер макромолекуласи занжирининг узунлиги полимерланишнинг қайси усул билан олиб борилишига боғлиқлигини кўрсатади.

З а н ж и р н и н г у з а т и л и ш и. Полимерланиш реакцияси вақтида радикал дезактивлашиб, ўз энергиясини бошқа молекулага бериши мумкин, бунинг натижасида ўса оладиган янги радикал ҳосил бўлади. Бундай реакция *занжирнинг узатилиши* дейилади. Занжирнинг узатилиши ҳар хил йўл билан: эритувчи модда молекуласи, мономер ёки полимер орқали бориши мумкин.

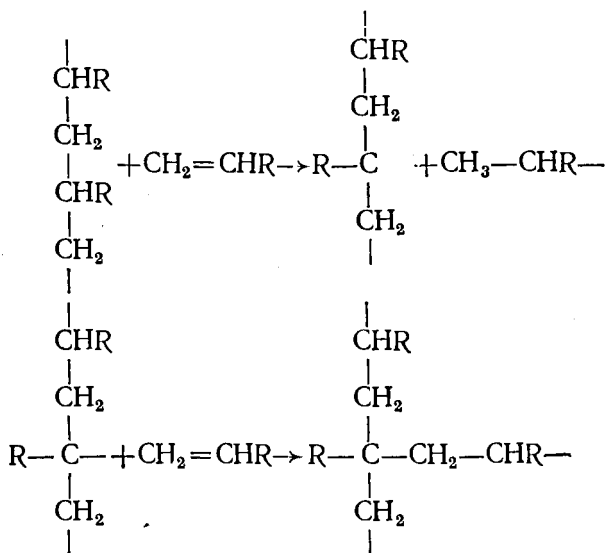
Академик С. С. Медведевнинг кўрсатишича, агар ўсувчи полимер занжири углерод тетрахлорид (CCl_4) ёки хлороформ ($CHCl_3$) эритмасида бўлса, полимер радикалининг эритувчи билан тўқнашиши натижасида занжир осон узатилади. Бунда ўсишдан тўхтаган полимер ва актив бўлиб қолган эритувчи ҳосил бўлиб, у янги реакция занжирини бошлаб беради:



П о л и м е р з а н ж и р и н и н г т а р м о қ л а н и ш и. Полимер занжирининг ўсиши тўғри чизиқ бўйлаб бормасдан, балки тармоқланган бўлади, яъни у бир неча томонга қараб ўсиши мумкин.

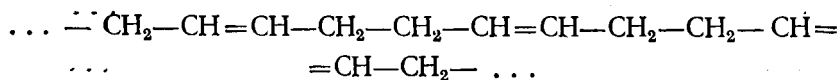
Академик С. С. Медведевнинг кўрсатишича, актив полимер занжири мономер билан тўқнашганда уч занжирга тармоқлана-

ди; бу занжирлардан бири асосий занжир бўлиб, иккитаси қўйи-
даги схемада кўрсатилганидек, асосий занжирнинг ён томонидаги,
ёнаки занжирлардир:

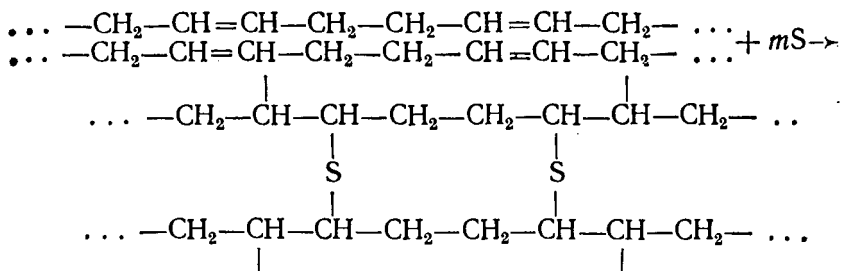


Тикилган полимерларнинг ҳосил бўлиши. Полимерлар химиясида полимер макромолекуласи занжирларининг тикилиш реакцияси натижасида ҳосил бўлган тикилган полимерлар олиш катта аҳамиятга эга. Бунини каучуклар мисолида кўриб ўтамиз. Диенларни полимерлаш йўли билан каучуклар олинади. Масалан, академик С. В. Лебедев дивинил ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$)ни полимерлаш йўли билан жаҳонда биринчи бўлиб, синтетик каучук (СК) ҳосил қилди. Унинг макромолекулалари узун эгилувчан занжирлардан иборат бўлиб, буралиш хусусиятига эга.

Каучукни ҳосил қилган дивинил полимери занжирининг тузилиши унда ҳар бир звено углерод атомлари орасида биттадан қўш боғ борлиги жиҳатидан қаттиқ полиэтилен полимери тузилишидан фарқ қилади:

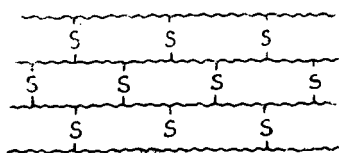


Каучук молекулалари занжирларида қолган қўш боғлар бу занжирларнинг олтингугурт атомлари орқали ўзаро бир-бири билан тикилиш реакциясига киришиб, каучук макромолекулалари орасида олтингугуртли кўприк ҳосил қилади:

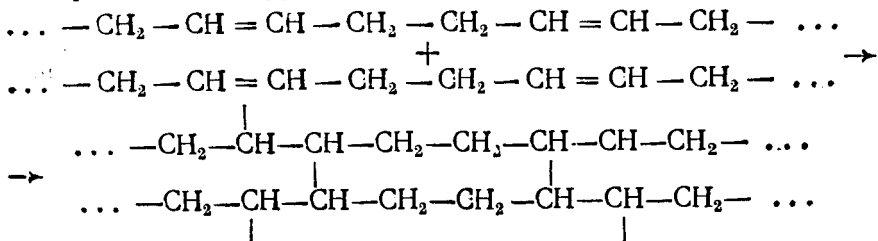


Каучукни резинага айлантириш имконини берувчи бу процесс техникада *вулканлаш* деб аталади. Вулканланмаган каучук салга узиладиган ва мўрт бўлиб, органик эритувчиларда (бензинда) эластик ва бўкмайдиган мустаҳкам резинага айланади. Тикилиш натижасида алоҳида-алоҳида эгилувчан полимер занжирлари боғланиб, мустаҳкам панжара ҳосил қилади. Бунда ҳосил бўлган полимер материалларнинг хоссалари олтингурут кўприклари ёки тикилишлар сонига боғлиқ. Агар олтингурут кўприклари сони унчалик катта бўлмаса эгилувчан резина кўпайиб кетганда изолятор сифатида ишлатиладиган қаттиқ ва чидамли эбонит ҳосил бўлади.

Совет олимлари каучукдан бошқа қаттиқ изоляцион материал — эскапон олишга муваффақ бўлдилар. Ундаги кўндаланг боғлар бевосита қўшни қўш боғли полимер занжирларининг углерод атомлари орасида юқори температура таъсирида пайдо бўлади:

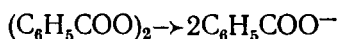


Эскапон катта электр машиналарининг изоляция қилишда табиий материал — смола ўрнини босади:

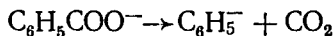


Полимерланиш инициаторлари. Занжирли полимерланиш реакциясининг иссиқлик эффекти жуда катта бўлиб, 15000 дан 22600 кал/моль гача етади. Полимерланиш реакцияси турли усуллар билан амалга ошиши мумкин. Бунда реакция

муҳитга полимерланишни бошлаб берувчи воситалар (инициаторлар) қўшиш, айниқса кенг қўлланиладиган усулдир. Улар парчаланиш натижасида эркин радикаллар ҳосил қилиб, ҳар хил мономерларда полимерланиш процессини бошлаб беради. Бу мақсадда, кўпинча, пероксид ва гидропероксидлар бензонат радикалига парчаланadi:



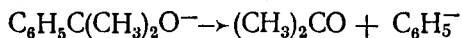
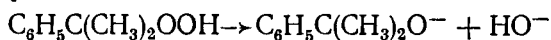
Полимерланиш бензоат радикали ёки унинг парчаланишидан ҳосил бўлган фенил радикаллари билан бошланади:



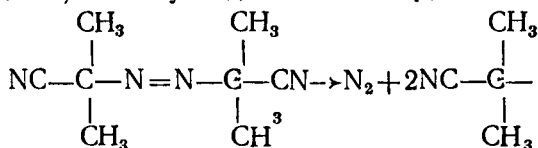
Бунда полимерланиш реакциясининг активланиш энергияси 20000—2500 кал/моль га етади. Инициаторлар катализаторлар (AlCl_3 , SnCl_4 , BF_3) дан фарқли ўлароқ, полимерланиш вақтида сарфланади, уларнинг парчаланиши натижасида ҳосил бўлган эркин радикаллар эса полимер молекуласи таркбига кириши мумкин.

Стиролни бензоил пероксид иштирокида полимерлаш натижасида полимер таркибида макромолекуларга фақат бензоил группа $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ орқали кириши мумкин бўлган радиоактив углерод атомлари борлиги аниқланган.

Полимерланиш реакциясининг инициаторига гидропероксидлардан изопробилбензол гидропероксид мисол бўла олади. У қуйидагича парчаланadi:



Инициатор сифатида осон парчаланадиган азоизомер кислотанинг динитрили (диниз) кенг кўламда ишлатилмоқда:



Сувдаги эритмада ёки эмульсияда борадиган реакцияларнинг инициаторлари сифатида аорганик пероксидлар, персульфатлар ишлатилади.

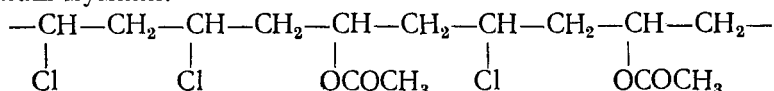
Полимерланиш ингибиторлари ва регуляторлари. Баъзи моддалар полимерланиш процессида инициаторлар ва катализаторларга тескари таъсир этиб, яъни полимерланиш реакциясини секинлаштиради. Бундай моддалар *ингибиторлар ва регуляторлар (секинлатувчилар)* деб аталади. Улар полимерланиш процессида пайдо бўлган актив марказларни йўқотади ва ўсувчи реакцион занжирларни узиб, актив радикалларни тўйинтиради. Феноллар, аминлар, хинонлар ингибитор бўлиб, амалда мономерларни полимерланишдан сақлаш учун

қўшимча модда сифатида (0,01—0,1% миқдорида) кўп ишлатилади. Полимерланиш регуляторлари (тетрахлорметан, меркаптанлар) занжирнинг узатилиш реакцияларида иштирок этиб, реакция тезлигини сусайтиради, бунинг натижасида полимернинг ўсаётган молекуласи оғирлиги 265000 дан 15000 гача тушади. Бундан ташқари, регуляторлар (мономер оғирлигининг 2—6%и миқдорида) тармоқланиш реакциясини тўхтатиши мумкин. Улар полимерланиш процессининг бирмунча текис боришига ва бир хил таркибли полимер ҳосил бўлишига ҳам имкон яратади.

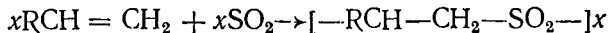
Регуляторлар синтетик каучук ишлаб чиқаришда кўп ишлатилади. Амалда, полимерланиш реакцияси уч хил муҳитда: блокада (массада), эритувчида ва эмульсияда олиб борилади.

Сополимерланиш реакциялари. Ҳозирги вақтда сополимерланиш реакциялари жуда кенг тарқалган бўлиб, полимер материалларнинг хоссаларини кенг кўламда ўзгартиришга ва, ҳатто, янги хоссаларга эга бўлган полимерлар олишга имкон беради.

Алоҳида-алоҳида олинганда полимерланиш реакциясига киришмайдиган мономерларни (малеин ангидрид, стильбен ва бошқаларни) сополимерланиш усулида полимерлаш мумкин. 1899 йилда рус олими Солонин сульфат ангидрид билан аллил эфирнинг ўзаро бирикишидан сополимерланиш реакциясини кашф этди. Иккита винил мономерининг сополимери ҳар бири алоҳида олинганда суюқланиш температурасидан паст температурада суюқланади ва уларга қараганда яхши эрийди. Масалан, хлорвинил $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ ва винилацетат $\text{CH}_2=\text{CHOCOSCH}_3$ (15—20%)нинг техникада винилит номи билан ишлатиладиган сополимери уларнинг гомополимерига қараганда пухта ва яхши эрувчандир. Сополимер занжирининг тузилишини қуйидагича тасвирлаш мумкин:

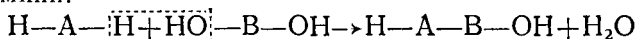


Мономерларнинг қутбилиги ортиши билан уларнинг ҳар хил тарзда такрорланиши бузилади ва занжир бир хил бўлиб қолади:

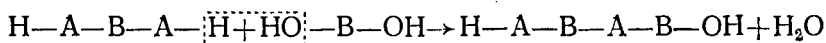
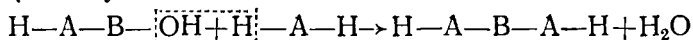


Сополимерланиш реакциялари ёрдамида эрмайдиган *тикилган* сополимерлар олиш мумкин. Бунинг учун иккинчи компонент сифатида иккита қўш боғли бирикмалар (масалан, дивинилбензол $\text{CH}_2=\text{CH—C}_6\text{H}_4\text{—CH}=\text{CH}_2$) ишлатилади. Бундай бирикмалар билан сополимерланиш натижасида макромолекулалар бир-бири билан кўндаланг кўприклар орқали тикилади ва уч ўлчовли макромолекулалар ҳосил қилади. Бу ҳодисани немис олими Штаудингер стирол (фенилэтилен)ни 0,5—5% дивинилбензол қолдиғи билан полимерлаш вақтида кашф этди ва олинган сополимерни қуйидагича тасвирлади:

Агар А моддада ҳаракатчан кўчма водород атомлари (масалан, органик кислоталарда), В моддада эса реакцияга киришадиган гидроксил группалар ОН (масалан, спиртлар, фенолларда) бўлса, полимер моддаларнинг олинишини қуйидагича кўрсатиш мумкин:



Поликонденсатланиш процессида занжир бир босқичдан иккинчи босқичга ўтиш натижасида ўсади ва юқори молекуляр бирикмалар ҳосил бўлади:



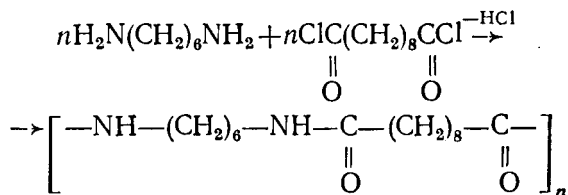
ва ҳоказо.

Полимер ҳосил бўлиши учун ажралиб чиқаётган сувни реакция муҳитидан четлатиб туриш керак, бу сувни иситиш билан амалга оширилади.

1912 йилда проф. Г. С. Петров жаҳонда биринчи бўлиб, фенолни формальдегид билан поликонденсатлаб, электр арматура деталлари ва телефон аппаратлари ишлаб чиқаришда фойдаланиладиган фенол-формальдегид смола ҳосил қилди.

Фазалараро поликонденсатланиш. Кейинги вақтларда поликонденсатланишнинг фазалар чегарасида борадиган янги усули — фазалараро поликонденсатланиш усули вужудга келди. Бу усул юқори (200—300°C) температурада эритмада ўтказиладиган оддий поликонденсатланишдан афзалдир. Реакция хона температурасида тез — бир неча минут ичида ўтади, процессни оддий лаборатория шароитида олиб бориш мумкин.

Масалан, гексаметилендиаминнинг сувдаги эритмаси ва углерод тетрахлорид эритмасидаги дихлорангидридининг себацин кислотаси икки фаза чегарасида ўзаро реакцияга киришиб, молекуляр оғирлиги 10^4 ва ундан юқори бўлган плёнка ҳосил қилади:



Фазалар чегарасида бораётган поликонденсатланиш реакциясининг, яъни гетероген поликонденсатланишнинг асосий хусусияти шундан иборатки, реакция юқори тезлик константаларида ўтиб, радикал реакцияларга яқинлашади.

Поликонденсатланиш усули билан пластмасса, тола, плёнка ва қопловчи материаллар ишлаб чиқариладиган полиамидлар, полиэфирлар, полиуретанлар, поликарбонатлар ҳамда полимер материалларнинг бошқа турлари олинади.

3- §. Полимерлар классификацияси. Полимер бирикмаларнинг хилма-хиллиги бу моддаларнинг ўзига хос хусусиятлари асосида турли классификациялар яратилишига сабаб бўлди.

Макромолекулалар асосий занжирнинг таркибига қараб, полимер бирикмаларни қуйидаги уч гурпуага бўлиш мумкин.

Карбозанжирли полимер бирикмалар. Буларнинг макромолекуляр занжири фақат углеводород атомларидан тузилган. Бу гурпуага полиэтилен, полибутadiен — этилен ва диен полимерларининг ҳосилаларини киритади.

Гетерозанжирли полимер бирикмалар. Макромолекуляр занжирида углерод атомидан ташқари, кислород, азот, олтингугурт, фосфор атомлари, яъни органик бирикмалар таркибига кирувчи элементларнинг атомлари ҳам бўлади. Полимерларнинг бу гурпуасига целлюлоза, оқсил, полиамидлар, полиэфирлар, полиуретанлар, полиэпоксид бирикмалар киради.

Элемент-органик полимер бирикмалар. Бундай бирикмалар макромолекуласининг асосий занжирида кремний, алюминий, титан, германий ва бошқа элементлар бўлади.

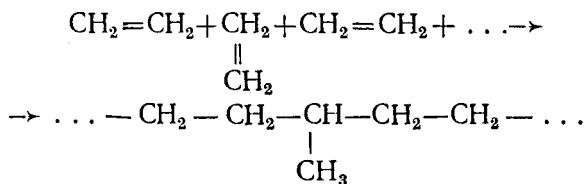
Қуйида полимерланиш, поликонденсатланиш, сополимерланиш йўли билан олинадиган ва энг кўп ишлатиладиган баъзи полимер материаллар ва синтетик толаларни кўриб чиқамиз.

4- §. Полиэтилен. Ҳозирги вақтда полиэтилен саноатда асосан икки усул билан олинади:

1) этиленни юқори (1000 *атм* дан юқори) босимда, оз миқдордаги кислород иштирокида полимерлаш.

2) этиленни паст босимда (атмосфера босими ёки 2—6 *атм* атрофида) комплекс металлоорганик катализаторлар иштирокида полимерлаш.

Этилен юқори босим остида, узлуксиз усул билан махсус реакторда 1200—1500 *атм* босим остида 200°C температурада полимерланади:



Этиленни юқори босимда полимерлаш натижасида молекуляр оғирлиги 2500—5000 га тенг бўлган полиэтилен ҳосил бўлади. Полиэтилен қаттиқ, оқ тусли материал бўлиб, ташқи кўриниши жиҳатидан парафинга ўхшайди. Полиэтилен сувдан енгил (зичлиги 0,92 *г/см³* га тенг).

Полиэтилен жуда яхши диэлектрик хоссаларига эга бўлиб, узилишга, совуққа, химиявий реагентлар таъсирига чидамли. Полиэтилен плёнкаси ҳаво ва намни ўтказмайди. Полиэтиленнинг суоқланиш температураси 100—110°C.

Ҳавода, айниқса, юқори температурада полиэтилен секин-аста оксидланиб, унинг физика ва химиявий хоссалари ўзгаради. Бунга йўл қўймаслик мақсадида полиэтиленга оксидланишни секинлатувчи моддалар (ароматик диаминлар, феноллар ва бошқалар) 1—10% миқдориди қўшилади.

Полиэтилен, плёнка, найчалар, электр изоляцион материаллар, турли техника ва рўзгор буюмлари тайёрлашда ишлатилади.

§. Полиизобутилен. Полиизобутилен $\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$ изобу-

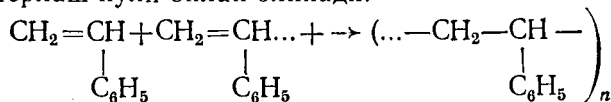
тиленни турли шароитда полимерлаш йўли билан олинади. Изобутилен амалда изобутил спиртни 360°C да алюминий оксид иштирокида дегидратлаш йўли билан олинади:

Изобутилен одатдаги шароитда газ, —7°C да суюқланади ва —140°C да қотади.

Изобутиленнинг сульфат кислота иштирокида полимерланиб, димер, тример каби бирикмалар ҳосил қилишини биринчи бўлиб. 1878 йилда А. М. Бутлеров топган эди. Сўнгра изобутиленнинг фақат кислоталар иштирокида яхши полимерланиши, пероксидлар иштирокида эса ёмон полимерланиши маълум бўлди.

Саноатда изобутилен сульфат кислота ёки бор фторид иштирокида полимерланади. Полиизобутилен каучуксимон полимер, у турли мамлакатларда оппанон, вистанекс, полибутен деб ҳам юритилади. Унинг нисбий узайиши σ —15%. Полиизобутилен атмосфера, кислород ва озон таъсирига чидамли полимердир (концентрланган анорганик кислоталар ва ишқорларнинг эритмалари ҳам полиизобутиленга таъсир этмайди). Полиизобутилен бундай хоссаларига кўра бошқа полимерлардан афзал туради.

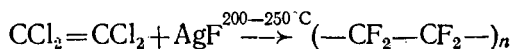
6-§. Полистирол. Полистирол — қаттиқ, шаффоф, зичлиги 1,05 г/см³ бўлган модда. У асосан стиролни блокли ёки эмульсион полимерлаш йўли билан олинади:



Бунда инциаторлар ишлатилмайди. Стиролни эмульсион полимерлашда эмулгатор вазифасини ёғ кислоталарнинг тузлари (со-вун) ёки шунга ўхшаган бошқа органик бирикмалар ўтайди. Стирол акрилонитрил, дивинил, винилкарбозол ва бошқалар билан сополимерлар ҳосил қилиши мумкин. Полистирол энг кўп тарқалган пластиклардан биридир. Стиролни турли усуллар ёрдамида полимерлаш ва сополимерлаш йўли билан хоссалари турлича бўлган пластиклар олинади.

Полистиролдан электротехникада диэлектриклар сифатида, кислотабардош, трубалар ва рўзгор буюмлари ишлаб чиқаришда

9- §. Политетрафторэтилен. Политетрафторэтилен $[-CF_2-CF_2-]_n$ тетрафторэтиленни юқори босимда полимерлаш натижасида ҳосил бўлади. Тетрафторэтилен тетрафторэтилендаги хлор атомларини фтор атомларига алмаштириш йўли билан олинади:



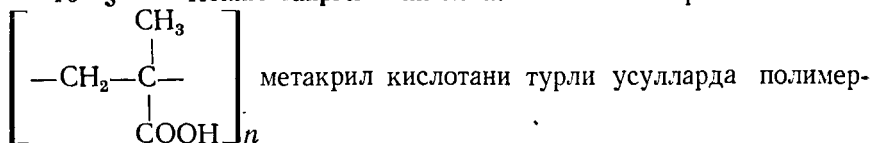
Тетрафторэтилен оддий шароитда газ, $-276,3^\circ C$ да суюқликка айланади ва $-142,5^\circ C$ да қотади. Тетрафторэтилен атмосфера босимида қиздирилганда ниҳоятда секин полимерланади. У дастлаб юқори босим остида рух хлорид ва кумуш нитрат иштирокида полимерланган.

Политетрафторэтилен оқ кристалл модда, кўп мамлакатларда тефлон, фторпласт-4, алгофлон, серефлон деб аталади. Унинг механикавий хоссалари бошқа полимерларникига қараганда кучли ва юқори температурага чидамли. Тефлон $320^\circ C$ атрофида бир оз юмшайди ва $400^\circ C$ дан юқори температурада парчалана бошлайди. У ҳатто очиқ алангада ҳам ёнмайди ва суюқлашмайди. Фторопласт-4 органик суюқликларда ҳам, анорганик суюқликларда ҳам бўкмайди ва эримайди. У концентранган сульфат ва нитрат кислоталар, ишқорли ва, ҳатто, водород фторид таъсирига ҳам чидамли. Унга оксидловчилар таъсир этмайди. Умуман политетрафторэтилен химиявий моддалар таъсирига чидамлилиги жиҳатидан олтин ва платинадан ҳам юқори. Тефлон ўз хоссаларини юқори температураларда ҳам сақлаб қолади.

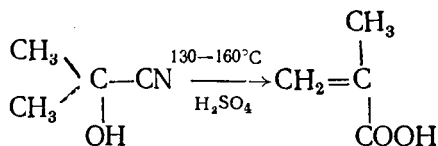
Тефлон сув таъсирига чидамлилиги сабабли кабель саноатида муҳим аҳамиятга эга. Тефлондан химия саноатида турли асбоблар (чунончи, реактор, кран, мембрана, насос ва ҳоказолар), эластик найлар, турли диаметрдаги трубалар тайёрланади. Бу асбоблар ҳар қандай шароитда ҳам букилмайди ва шаклини ўзгартирмайди. Тефлондан ишланган қистирмалар металл сиртидаги ғадир-будур жойларга кириб қолиб, металлга ёпишади ва иккала металл сиртини зич беркитади.

Тефлоннинг турли муҳитларда инертлигидан фойдаланиб, ундан озик-овқат саноати учун зарур бўлган турли асбоб-ускуналар ҳам ишлаб чиқарилмоқда.

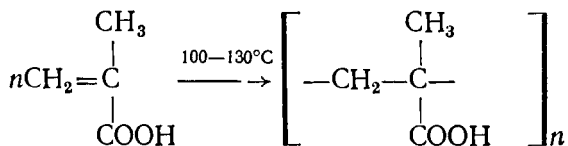
10- § Полиметакрил кислота. Полиметакрил кислота



лаш йўли билан олинади. Метакрил кислота ацетонциангидридни бир вақтнинг ўзида ҳам гидролизлаш, ҳам дегидратлаш натижасида ҳосил бўлади. Реакция сульфат кислота иштирокида қуйидагича боради:

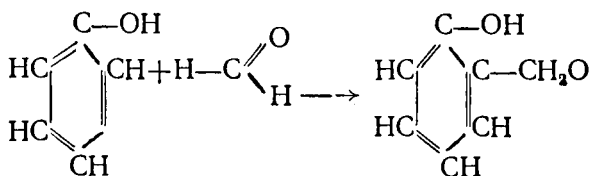


Метакрил кислота одатдаги шароитда рангсиз, ўткир ҳидли суюқлик, 161—162°C да қайнайди, 16°C да эса қотади. Тоза метакрил азот атмосферасида жуда юқори температураларга ҳам чидамли бўлади, лекин кислород иштирокида осон полимерланади. Амалда блок усулида ёки эритмада полимерланади. Метакрил кислотанинг блокдаги юпқа қатлами 100—130°C атрофида бензоил пероксид, водород пероксид ёки ацетил пероксид иштирокида иситилса, полиметакрил кислота ҳосил бўлади. Бунда инициатор сифатида турли анорганик кислоталардан ёки кислота хоссали катализаторлардан ҳам фойдаланиш мумкин. Бундан ташқари, метакрил кислота қуёш нури ёки ультрабинафша нурлар таъсирида айниқса, температура бир қадар юқори бўлганда осон полимерланади:

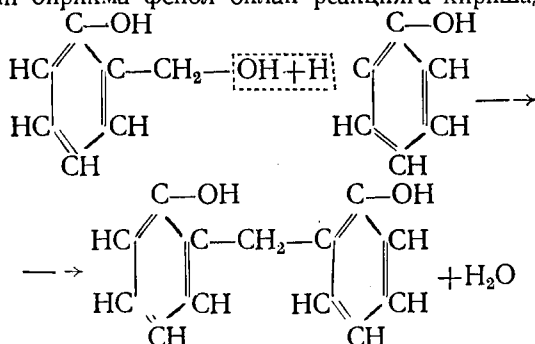


Полиметакрил кислота оқ, тиниқ полимер, сувда ва ишқор эритмаларида яхши эрийди. У турли органик суюқликлар ва концентранган анорганик кислоталар таъсирига чидамли. Метакрил кислотанинг турли винил мономерлари билан ҳосил қилган сополимерлари саноатда катта аҳамиятга эга. Масалан, унинг акрилонитрил ва стирол билан ҳосил қилган сополимерлари техниканинг турли соҳаларида синмайдиган шишалар сифатида ишлатилади.

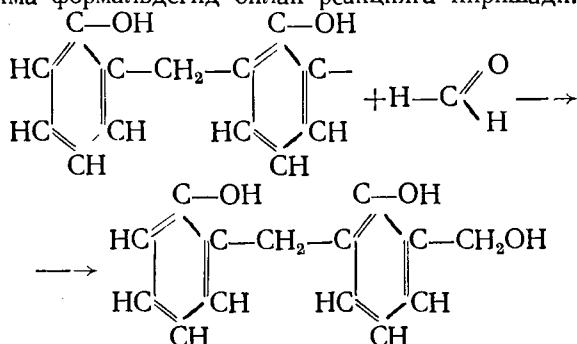
11-§. Фенолформальдегид полимерлари. Бундай полимерлар поликонденсатланиш реакцияси ёрдамида олинади. Бунинг учун реакцияга киришувчи моддалар катализатор (кислота ёки ишқор) иштирокида қиздирилади. Бунда дастлаб фенол билан формальдегид ўзаро реакцияга киришади:



Ҳосил бўлган бирикма фенол билан реакцияга киришади:



Янги бирикма формальдегид билан реакцияга киришади:

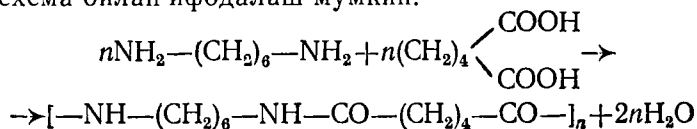


Бу бирикма аввал фенол билан, сўнгра яна формальдегид билан конденсатланиди ва ҳоказо.

Фенол билан формальдегиднинг катализаторлар (кислота, ишқор ва бошқалар) иштирокида поликонденсатланиши натижа-сида фенолформальдегид смолалари ҳосил бўлади, бу смолалар-дан пластмассалар, фенолпластлар (бакелитлар) олинади.

Фенолпластлар саноатнинг турли тармоқларида қора ва рангдор металллар ўрнида ишлатиладиган жуда муҳим модда-лардир. Улардан кенг истеъмол буюмлари, электр изоляция ма-териаллари ва қурилиш деталлари тайёрланади.

12-§. Нйлон. Молекулалари таркибида икки ёки ундан ор-тиқ NH_2 группа бўлган органик бирикмалар тегишли равишда диамин, триамин ва ҳоказо аминлар деб аталади. Гексаметилен-диамин $\text{NH}_2-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ муҳим аҳамиятга эга. Гексаметилен-диамин билан икки негизли адипин кислота $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ дан найлон тола олинадиган полимер ҳосил қилинади. Бунда содир бўладиган поликонденсатланиш реакциясини қуйи-даги схема билан ифодалаш мумкин:

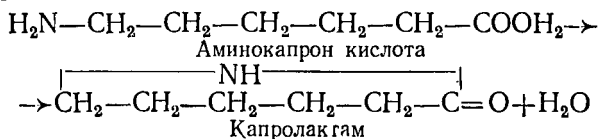


Найлон *полиамидлар* жумласига киради. Найлон макромолекуласида ўзаро амид группалар —NH—CO— билан боғланган $\text{—(CH}_2\text{—)}_6$ ва $\text{—(CH}_2\text{—)}_4$ занжирчалар навбатма-навбат келади. Метилен группалар $\text{—CH}_2\text{—}$ сони билан амид группалар NH—CO— сони ўртасидаги нисбат ҳар хил полиамидларнинг макромолекулаларида турлича бўлади.

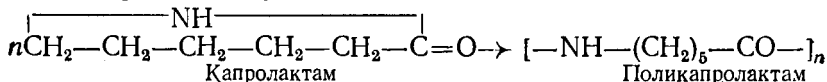
Найлонни табиий ипак билан табиий жун ўрнида ишлатиш мумкин. Бу толанинг қимматли хоссалари механикавий жиҳатдан ғоят муҳимлиги, совуққа чидамлилиги, эластиклиги, ейилишга чидамлилиги вағижимланмаслигидир.

13-§. Капрон. Баъзи органик моддаларнинг молекулаларида икки ёки бир неча хил функционал группалар бўлади. Бундай моддалар *аралаш функцияли бирикмалар* деб аталади. Аминокислоталар молекулаларида ҳам асос группа (NH_2) ҳам кислота группаси (COOH) бўлгани учун амфотер бирикмалардир.

Аминокислоталар сувда осон эрийдиган рангсиз кристалл моддалар. Тегишли шароитда баъзи аминокислоталар *лактамлар* деб аталадиган циклик бирикмаларга айланади. Масалан, аминокепрон кислотага капролактам мувофиқ келади:



Капролактам полиамидлардан бири — поликапролактам, бошқача айтганда, капрон ишлаб чиқаришда хом ашё вазифасини ўтайди. Капролактамдан полимер ҳосил бўлишини қуйидаги схема билан ифодалаш мумкин:

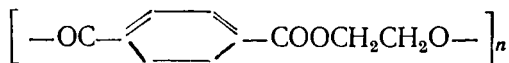


Бу полимердан тола тайёрланади. Капрон пишиқ ва эластик бўлади.

14-§. Лавсан. Терефтал кислотанинг диметил эфири кристаллардан тузилган бўлиб, 147°C температурада суюқланади:



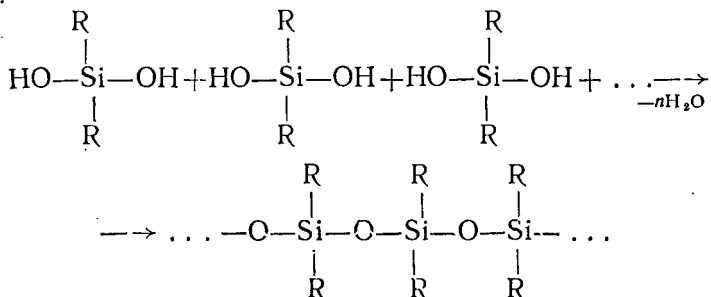
Диметилтерефталат билан этиленгликоль $\text{HO—CH}_2\text{—CH}_2\text{—OH}$ нинг поликонденсатланиши натижасида полиэтилентерефталат, бошқача айтганда, лавсан ҳосил бўлади:



Лавсан жуда яхши диэлектрикдир. Ундан тайёрланган плёнкалар ҳаво ўтказмайдиган ва пухта бўлади. Лавсандан тола

тайёрланади. Лавсан толасидан тўқилган газлама пишиқ бўлади ва ғижимланмайди.

15-§. Кремний-органик полимерлар. Полисилоксанлар (полиорганосилоксанлар) — кремний-органик полимерлар энг катта амалий аҳамиятга эга бўлган полимерлардир. Улар силанолларнинг молекулалараро конденсатланиши натижасида ҳосил бўлади:



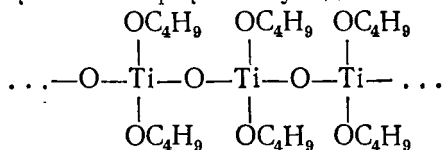
(R—органик радикал—алкил ёки арил).

Полисилоксанлар радикаллариининг хусусияти ва миқдорига қараб, ҳар хил физикавий хоссаларга эга. Таркибида кўп миқдор углерод бўлган полисилоксанлар чўзилувчан суёқликлар ёки жуда эластик материаллардир.

Углерод миқдорининг камайиши билан полимерларнинг чўзилувчанлиги ортади, эрувчанлиги камаяди ва полимерлар мўрт ҳамда шишасимон бўлиб қолади. Полиорганосилоксанларнинг тоза органик полимерлардан афзаллиги шундаки, улар иссиқлик таъсирига ва оксидланишга чидамли, электроизоляцияцион хоссаларни кучли бўлади.

Полисилоксанлар юқори ва паст температуралар, оксидловчилар таъсирига чидамли бўлган ҳар хил ёғ сурков мойлари тайёрлашда ишлатилади. Кремний-органик полимер плёнкалар сув ўтказмайдиган, ҳаво ва газни ўтказадиган материал сифатида ишлатилади. Полисилоксанлар иссиқбардош ва совуққа чидамли каучуклар ҳамда пластмассалар, цементловчи ва гидрофоб моддалар, электроизоляцияцион моддалар сифатида ишлатилади.

16-§. Титан-органик полимерлар. Титан-органик полимерлар олишда хом ашё сифатида, асосан, тўрт валентли титан бирикмалари ишлатилади. Масалан, *n*-бутилортотитанат $\text{Ti}(\text{OC}_4\text{H}_9)_4$ га 1 : 1 нисбатда сув таъсир эттирилганда қуйидагича тузилишга эга бўлган чизиқли полимер ҳосил бўлади:

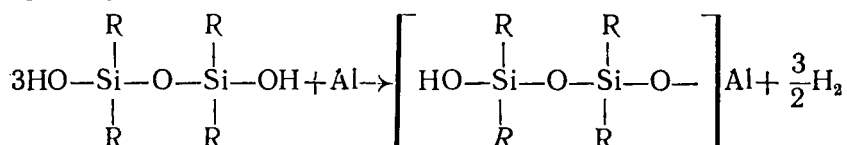


Титан-органик полимерлар иссиқлик таъсирига чидамли, химиявий жиҳатдан барқарор бўлиб, сув ўтказмайди.

Титан-органик радикал билан кислород кўприги орқали бириккан титан-органик полимерлар энг барқарор полимерлар бўлади. Улар иссиқбардош ҳимоя қопламлари сифатида ишлатилади. Масалан, таркибида тўлдирувчи сифатида алюминий кукуни ёки слюда кукуни бўлган титан-органик полимерлардан тайёрланган плёнкалар 100°C температурагача бардош бера олади.

17- §. Полиэлемент-органик силоксан бирикмалар. Полиэлемент-органик силоксан бирикмаларнинг асосий занжири кремний, кислород ва бошқа элементлардан иборат. Бундай полимерлар кейинги йиллардагина кўп синтез қилина бошлади.

Полиэлемент-органик силоксанлардан энг кўп ўрганилгани полиалюмосилоксан бўлиб, у силандиолга алюминий таъсир этириш йўли билан олинади:



Полиалюмосилоксанлар органик эритувчиларда яхши эрийди. Уларнинг молекуляр оғирлиги 4000—5000 атрофида. Бундай кремний-органик бирикмалар қиздирилганда тўрсимон тузилган полимерга айланади ва иссиқбардошлиги ортади.

Ҳозирги вақтда бундай полимерлардан полититан-органик силоксан, полиборорганик силоксан, полигерманий-органик силоксан, полиалюмокобальт-органик силоксан, полиқўрғошин-органик силоксан каби полимерлар синтез қилинган бўлиб, уларнинг хоссалари тобора чуқур ўрганилмоқда.

Бундай полимерлар иссиқбардош, оловбардош, совуқда қотмайдиган, сувни шиммайдиган, органик эритувчиларда эримайдиган, пухта, турли химикатлар таъсирига чидамли, жуда эластик бўлади. Шунинг учун улардан махсус силикон резиналар, каучуклар, елимлар, машина мойлари ва толалар тайёрлаш мумкин. Ҳозир улардан электр токини ўтказмайдиган ва металл асбобларни занглашдан сақлайдиган лаклар, сув ўтказмайдиган кийим-кечаклар, пластмассалар, юқори температурага чидамли кабеллар, силикон каучуклар ишлаб чиқарилмоқда.

Шундай қилиб, юқори молекуляр бирикмалар химияси кейинги йилларда чексиз ўсиб бормоқда. Полимерлар олишнинг янги усуллари яратилмоқда. Ҳозирги замон физикавий текшириш усулларининг (инфрақизил спектроскопия, ядромагнитли резонанс ва бошқаларнинг) қўлланилиши полимерларнинг нозик тузилиши тўғрисидаги тасаввурларни кенгайтирмоқда. Яратилган полимер материалларнинг модификация усуллари ривожланмоқда ва янги полимер материаллар яратилиб, органик ва аноорганик материаллар орасидаги фарқ йўқолиб бормоқда.

ИЛОВАЛАР

1-илова

Химиявий элементлар рўйхати

Тартиб номери	Элемент	Симво- ли	Қашф этилган йили	Элемент номининг ёки элемент символининг келиб чиқиши
1	Водород	H	1766	Грекча хюдор — сув, геннао туғдира- ман сўзлари дан.
2	Гелий	He	1895	Грекча гелиос — Қуёш сўзидан олин- ган.
3	Литий	Li	1817	Грекча литос — тош сўзидан олин- ган
4	Бериллий	Be	1828	Берилл минерали номидан олин- ган
5	Бор	B	1808	Унинг бирикмаси богах — бура номи- дан олинган.
6	Углерод	C	жуда қадим.	Символи элементнинг латинча но- ми — carbonium дан олинган
7	Азот	N	1722	Символи элементнинг латинча номи — nitrogenium дан олинган.
8	Кислород	O	1774	Грекча оксюс — нордон, геннао — туғ- дираман сўзларидан олинган.
9	Фтор	F	1886	Латинча fluere — оқмоқ сўзидан олин- ган.
10	Неон	Ne	1896	Грекча неос — янги сўзидан олин- ган.
11	Натрий	Na	1807	Natron — денгиз сув ўтларининг кули сўзидан олинган.
12	Магний	Mg	1830	Грекча магнезия литос — магнезия тоши — Магнезия районида топил- ган минерал сўзларидан олин- ган.
13	Алюминий	Al	1825	Латинча alumen — аччиқтош сўзидан олинган.
14	Кремний	Si	1823	Латинча silics — чақмоқтош сўзидан олинган.
15	Фосфор	P	1674	Грекча фос — ёруғлик, феро — таший- ман сўзларидан олинган.

Тартиб номери	Элемент	Симво- ли	Қашф этилган йили	Элемент номининг ёки элемент символининг келиб чиқиши
16	Олтингургурт	S	Жуда қадим.	Символи элементнинг латинча но- ми — sulfur дан олинган
17	Хлор	Cl	1774	Грекча хлорос — оч яшил сўзидан олинган.
18	Аргон	Ar	1894	Грекча аргон — ялқов, фаолмас сўзи- дан олинган.
19	Калий	K	1807	Арабча алькали — ўсимликлар кули сўзидан олинган.
20	Кальций	Ca	1808	Латинча calcis — оҳак сўзидан олин- ган.
21	Скандий	Sc	1879	Скандинавия шарафига қўйил- ган.
22	Титан	Ti	1789	Грек афсонаси қахрамони Титан номи- га қўйилган.
23	Ванадий	V	1831	Қадимги Скандинавия бахт худоси Ва- надис номига қўйилган.
24	Хром	Cr	1794	Грекча хрома — ранг сўзидан олин- ган.
25	Марганец	Mn	1774	Итальянча panganese — (латинча ту- зилган сўз magnesijs — магний) сўзидан олинган.
26	Темир	Fe	Жуда қадим.	Латинча ferrum. Firmns — қалъа с ўзи- дан олинган.
27	Кобальт	Co	1733	Немисча kobold — ер ости ажинаси сўзидан олинган.
28	Никель	Ni	1751	Руданинг немисча номи kupfernickel дан олинган.
29	Мис	Cu	Жуда қадим.	Латинча cuprum — Кипра (Cyprus) ороли номидан олинган.
30	Рух	Zn	XV аср	Символи элементнинг латинча но- ми — zincum дан олинган.
31	Галлий	Ga	1875	Франция шарафига қўйилган (Gallia — Франциянинг ўрта асрлар- даги номи)
32	Германий	Ge	1886	Германия шарафига қўйилган.
33	Мишьяк	As	1260	Латинча arsenicum — грекча арсе- никон — сариқ ранг сўзидан олинган.
34	Селен	Se	1817	Грекча селене — Ой сўзидан олинган.
35	Бром	Br	1826	Грекча бромас — қўланса ҳид сўзидан олинган.
36	Криптон	Kr	1898	Грекча криптос — яширин сўзидан олинган.
37	Рубидий	Rb	1861	Латинча rubidus — қизил сўзидан олинган.
38	Стронций	Sr	1808	Стронцианит минерали номидан олинган.
39	Иттрий	Y	1828	Иттерби (Швециядаги район) сў- зининг биринчи ярмидан олин- ган.

Тартиб номери	Элемент	Симво- ли	Кашф этилган йили	Элемент номининг ёки элемент символининг келиб чиқиши
40	Цирконий	Zr	1825	Циркон минералининг номидан олин- ган.
41	Ниобий	Nb	1801	Танталнинг қизи Ниобия номига қўйилган (грек афсонасидан).
42	Молибден	Mo	1781	Грекча молибдос — қора минераллар сўзидан олинган.
43	Технеций	Tc	1937	Грекча технемос — сунъий сўзидан олинган.
44	Рутений	Ru	1844	Россия (латинча — Ruthenia) шарафига қўйилган.
45	Родий	Rh	1803	Грекча — родон — пушти сўзидан олинган.
46	Палладий	Pd	1803	Паллас астеронди номидан олин- ган.
47	Кумуш	Ag	Жуда қадим.	Латинча argentum, санскритга, — argenta — оч, оқ сўзидан олин- ган.
48	Кадмий	Cd	1817	Рух рудасининг русча қадимги но- ми — кадмийдан олинган.
49	Индий	In	1863	Спектридаги индиго — кўк чизиқлар- дан олинган.
50	Қалай	Sn	Жуда қадим.	Латинча stannum «санскритга, sthas» қаттиқ, барқарор сўзидан олинган.
51	Сурьма	Sb	XV аср	Символи элементнинг латинча но- ми — stibium дан олинган.
52	Теллур	Te	1782	Латинча tellus — Ер сўзидан олин- ган.
53	Йод	J	1811	Грекча нойдес — бинафша сўзидан олинган.
54	Ксенон	Xe	1898	Грекча ксенос — ажаббий сўзидан олинган.
55	Цезий	Cs	1861	Латинча caesies — зангори сўзидан олинган.
56	Барий	Ba	1808	Грекча барис — оғир сўзидан олинган.
57	Лантан	La	1839	Грекча лантанейн — яширилган сўзи- дан олинган.
58	Церий	Ce	1825	Церес астероиди номидан олин- ган.
59	Празеодим	Pr	1885	Грекча празнос — шил, дидимос — эгизак сўзидан олинган.
60	Неодим	Nd	1885	Грекча нео — янги, дидимос — эгизак сўзларидан олинган.
61	Прометий	Pm	1939	Грек афсонавий мавжудотларидан — титанларидан бири бўлган Прометей номига қўйилган.
62	Самарий	Sm	1879	Самарскит минерали номидан олинган (бу минерал рус инженери Самарский шарафига шундай деб аталган).

Тартиб номери	Элемент	Симво- ли	Кашф этилган йили	Элемент номининг ёки элемент символининг келиб чиқиши
63	Европий	Eu	1901	Европа шарафига қўйилган.
64	Гадолиний	Gd	1880	Фин химиги И. Гадолин шарафига қўйилган.
65	Тербий	Tb	1886	Иттерби райони (Швецияда) шарафига қўйилган.
66	Диспрозий	Dy	1886	Грекча диспрозитос — хасис, топилиши қийин сўзидан олинган.
67	Гольмий	Ho	1886	Стокгольм — қадимги номи Holmia шарафига қўйилган.
68	Эрбий	Er	1843	Иттерби райони (Швецияда) шарафига қўйилган.
69	Тулий	Tu	1879	Thule (Скандинавия шимолий қис- мининг эски номи) дан олин- ган.
70	Иттербий	Yb	1878	Иттерби райони (Швецияда) шарафига қўйилган.
71	Лютеций	Lu	1908	Lutetia (Парижнинг эски номи) дан олинган.
72	Гафний	Hf	1923	Hafnia (Копенгагеннинг эски номи) дан олинган.
73	Тантал	Ta	1802	Ниобеянинг огаси Тантал (грек афсо- насида) номига қўйилган.
74	Вольфрам	W	1783	Немисча wolf — бўри, Rahn — кўпик сўзларидан олинган.
75	Рений	Re	1925	Рейн вилояти (Германияда) шарафига қўйилган.
76	Осмий	Os	1804	Грекча осме — ҳид сўзидан олин- ган.
77	Иридий 	Ir	1804	Грекча иридис — камалик сўзидан олинган.
78	Платина	Pt	XV аср	Испанча platina (кумуш сўзининг кичрайтирилгани) сўзидан олин- ган.
79	Олтин	Au	Жуда қадим.	Латинча aurum аурога тонг шарафига сўзидан олинган.
80	Симоб	Hg	Жуда қадим.	Латинча huderargyut — грекча хюдор сув, аргюрон — кумуш сўзларидан олинган.
81	Таллий	Tl	1861	Грекча таллос — яшил шоҳ сўзидан олинган.
82	Қўрғошин	Pb	Жуда қадим.	Символи элементнинг латинча номи — plumbum дан олинган.
83	Висмут	Bi	XV аср.	weismut — оқ модда сўзидан олин- ган.
84	Полоний	Po	1898	Мария Кюрининг ватани Польша (Полония) шарафига қўйилган.
85	Астат	At	1940	Грекча астатос — беқарор сўзидан олинган.
86	Радон	Rn	1900	Радий элементи номидан олинган.
87	Франций	Fr	1946	Франция шарафига қўйилган.

Тартиб номери	Элемент	Симво- ли	Кашф этилган йили	Элемент номининг ёки элемент символининг келиб чиқиши
88	Радий	Ra	1898	Латинча radius — нур сўзидан олинган.
89	Актиний	Ac	1898	Грекча актис — нур сўзидан олинган.
90	Торий	Th	1828	Қадимги Скандинавия уруши худоси Тор номига қўйилган.
91	Протактиний	Pa	1918	Грекча прото — биринчи ва латинча actinium — актиний сўзларидан олинган.
92	Уран	U	1789	Уран планетаси номидан олинган.
93	Нептуний	Np	1940	Нептун планетаси номидан олинган.
94	Плутоний	Pu	1914	Плутон планетаси номидан олинган.
95	Америций	Am	1945	Америка шарафига қўйилган.
96	Кюрий	Cm	1945	Мария ва Пьер Кюрилар шарафига қўйилган.
97	Беркелий	Bk	1949	Беркли шаҳари (АҚШ да) шарафига қўйилган.
98	Калифорний	Cf	1950	Калифорния штати (АҚШ да) шарафига қўйилган.
99	Эйнштейний	En	1953	Альберт Эйнштейн шарафига қўйилган.
100	Фермий	Fm	1953	Энрико Ферми шарафига қўйилган.
101	Менделеевий	Md	1955	Дмитрий Иванович Менделеев шарафига қўйилган.
102	Нобелий	No	1957	Инженер Нобель шарафига қўйилган.
103	Лоуренсий	Lw	1961	Э. О. Лоуренс шарафига қўйилган.
104	—	—	1964	Дубнада (СССР) кашф этилган.

Баъзи кислота қолдиқларининг (анионларнинг) номлари
(элементлар латинча номларининг алфавити тартибда)

Элемент	Анион	Русча номи	Ўзбекча номи	Халқаро номи
Al	AlO_2^-	Метаалюминиевокислый	Метаалюминат	Метаалюминат
	AlO_3^{3-}	Ортаалюминиевокислый	Ортоалюминат	Ортоалюминат
As	AsO_3^{3-}	Мышьяковистокислый	Арсенит	Арсенит
	AsO_4^{3-}	Мышьяковокислый	Арсенат	Арсенат
B	BO_2^-	Метаборнокислый	Метаборат	Метаборат
	BO_3^{3-}	Ортоборнокислый	Ортоборат	Ортоборат
	$\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$	Тетраборнокислый	Тетраборат	Тетраборат
Br	Br^-	Бромистый	Бромид	Бромид
	BrO_3^-	Бромноватокислый	Бромаг	Бромаг
C	CH_3COO^-	Уксуснокислый	Ацетат	Ацетат
	CO_3^{2-}	Углекислый	Карбонат	Карбонат
	HCO_3^-	Кислый углекислый (двууглекислый)	Гидрокарбонат (бикарбонат)	Гидрокарбонат
	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	Щавелевокислый	Оксалат	Оксалат
	CNS^-	Роданистый	Роданид	Роданид
	CN^-	Цианистый	Цианид	Цианид
Cl	Cl^-	Хлористый	Хлорид	Хлорид
	ClO^-	Хлорноватистокислый	Гипохлорид	Гипохлорит
	ClO_3^-	Хлорноватокислый	Хлорат	Хлорат
	ClO_4^-	Хлорнокислый	Перхлорат	Перхлорат

Cr	CrO_2^-	Метахромистокислый
	CrO_3^{3-}	Ортохромистокислый
	CrO_4^{2-}	Хромовокислый
	CrO_7^{2-}	Двухромовокислый
F	F^-	Фтористый
Fe	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	Железосинеродистый
	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	Железистосинеродистый
I	I^-	Иодистый
	IO_3^-	Иодноватокислый
Mo	MoO_2^{2-}	Молибденовокислый
Mn	MnO_4^{2-}	Марганцевогистокислый
	MnO_4^-	Марганцевистокислый
	MnO_4^-	Марганцевокислый
	NO_2^-	Азотистокислый
N	NO_3^-	Азотнокислый
	PO_4^{3-}	Фосфорнокислый
P	HPO_4^{2-}	Кислый фосфорнокислый двузамещенный
	HPO_4^-	Кислый фосфорнокислый однозамещенный
	PbO_2^{2-}	Свинцовистокислый
Pt	$[\text{PtCl}_6]_2^-$	Платинхлористоеодородный
Re	ReO_4^-	Ренийевокислый
S	S^{2-}	Сернистый

Метахромит	Метахромит
Ортохромит	Ортохромит
Хромат	Хромат
Бихромат	Бихромат
Фторид	Фторид
Феррицианид	Феррицианид
Ферроцианид	Ферроцианид
Иодид	Иодид
Иодат	Иодат
Молибдат	Молибдат
Манганит	Манганит
Маңганат	Манганат
Перманганат	Перманганат
Нитрит	Нитрит
Нитрат	Нитрат
Фосфат	Фосфат
Гидрофосфат	Гидрофосфат
Дигидрофосфат	Дигидрофосфат
Плюмбит	Плюмбит
Хлорплатинат	Хлорплатинат
Перренат	Перренат
Сульфид	Сульфид

Элемент	Анион	Русча номи	Ўзбекча номи	Халқаро номи
Sb	HS ⁻	Кислый сернистый	Гидросульфид	Гидросульфид
	SO ₃ ²⁻	Сернистокислый	Сульфит	Сульфит
	HSO ₃ ⁻	Кислый сернистокислый	Гидросульфит	Гидросульфит
	SO ₄ ²⁻	Сернокислый	Сульфат	Сульфат
	HSO ₄ ⁻	Кислый сернокислый	Гидросульфат	Гидросульфат
	S ₂ O ₃ ²⁻	Надсернокислый	Персульфат	Персульфат
Se	S ₂ O ₃ ²⁻	Серноватистокислый	Тиосульфат	Тиосульфат
	SbO ₃ ³⁻	Сурьмянокислый	Антимонат	Антимонат
	Se ₂ ⁻	Селенистый	Селенид	Селенид
	SeO ₄ ²⁻	Селенистокислый	Селенит	Селенит
Si	SeO ₄ ²⁻	Селенокислый	Селенат	Селенат
	SiO ₃ ²⁻	Метакремневокислый	Метасиликат	Метасиликат
	SiO ₄ ⁴⁻	Ортокремневокислый	Ортосиликат	Ортосиликат
Sn	SnO ₂ ⁻	Оловянистокислый	Станнит	Станнит
	SnO ₃ ²⁻	Оловянокислый	Станнат	Станнат
Te	TeO ₄ ²⁻	Теллуриновокислый	Теллурат	Теллурат
V	VO ₃ ⁻	Метаванадиевокислый	Метаванадат	Метаванадат
W	WO ₄ ²⁻	Вольфрамовокислый	Вольфрамат	Вольфрамат
Zn	ZnO ₂ ²⁻	Цинковокислый	Цинкат	Цинкат

Туз ва асосларнинг сууда эрувчанлиги

(Э — эрувчан модда, К — кам эрийдиган модда, А — амалда эрмайдиган модда;

— бундай модда йўқ ёки сууда парчаланиб кетади)

Анион	Катион															
	H ⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	Cu ²⁺	Ag ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Zn ²⁺	Hg ²⁺	Al ³⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Bi ³⁺	Fe ³⁺
Cl ⁻	Э	Э	Э	Э	Э	А	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	К	—	Э
Br ⁻	Э	Э	Э	Э	Э	А	Э	Э	Э	Э	К ₂	Э	Э	К	—	Э
I ⁻	Э	Э	Э	Э	—	А	Э	Э	Э	Э	А	Э	Э	А	—	Э
NO ₃ ⁻	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	—	Э	Э	Э
S ²⁻	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	—	Э	—	Э
SO ₄ ²⁻	Э	Э	Э	Э	А	А	—	Э	Э	А	А	—	А	А	А	А
CH ₃ COO ⁻	Э	Э	Э	Э	А	А	А	А	А	А	А	—	—	А	А	—
SO ₄ ²⁻	Э	Э	Э	Э	Э	К	Э	К	А	Э	—	Э	Э	А	—	Э
CO ₃ ²⁻	Э	Э	Э	Э	—	А	А	А	А	А	—	—	—	А	А	—
SiO ₃ ²⁻	Э	Э	Э	—	—	—	А	А	А	А	—	А	—	А	—	А
CrO ₄ ²⁻	Э	Э	Э	Э	А	А	Э	К	А	А	А	—	—	А	А	—
PO ₄ ³⁻	А	Э	Э	Э	А	А	А	А	А	А	А	А	А	А	А	А
OH ⁻	Э	Э	Э	Э	А	—	А	К	Э	А	—	А	А	А	А	А

Баъзи электролитларнинг нормал температурадаги эрувчанлик кўпайтмаси

Модда	Эрувчанлик кўпайтмаси	Модда	Эрувчанлик кўпайтмаси
AgCl	$[Ag^+] [Cl^-] = 1,5 \cdot 10^{-10}$	PbS	$[Pb^{2+}] [S^{2-}] = 6,8 \cdot 10^{-29}$
PbCl ₂	$[Pb^{2+}] [Cl^-] = 2,4 \cdot 10^{-4}$	CaS	$[Ca^{2+}] [S^{2-}] = 3,8 \cdot 10^{-29}$
AgBr	$[Ag^+] [Br^-] = 7,7 \cdot 10^{-13}$	CuS	$[Cu^{2+}] [S^{2-}] = 8,5 \cdot 10^{-45}$
PdI ₂	$[Pd^{2+}] [I^-]^2 = 8,7 \cdot 10^{-9}$	Mg (OH) ₂	$[Mg^{2+}] [OH^-]^2 = 1,2 \cdot 10^{-11}$
AgI	$[Ag^+] [I^-] = 1,5 \cdot 10^{-16}$	Cu (OH) ₂	$[Cu^{2+}] [OH^-]^2 = 5,6 \cdot 10^{-20}$
CaSO ₄	$[Ca^{2+}] [SO_4^{2-}] = 6,1 \cdot 10^{-5}$	Pb (OH) ₂	$[Pb^{2+}] [OH^-]^2 = 6,8 \cdot 10^{-13}$
PbSO ₄	$[Pb^{2+}] [SO_4^{2-}] = 2,2 \cdot 10^{-8}$	Fe (OH) ₂	$[Fe^{2+}] [OH^-]^2 = 1,6 \cdot 10^{-14}$
BaSO ₄	$[Ba^{2+}] [SO_4^{2-}] = 1,8 \cdot 10^{-10}$	Zn (OH) ₂	$[Zn^{2+}] [OH^-]^2 = 1,0 \cdot 10^{-17}$
MgCO ₃	$[Mg^{2+}] [CO_3^{2-}] = 1,1 \cdot 10^{-5}$	CO (OH) ₂	$[Co^{2+}] [OH^-]^2 = 2,0 \cdot 10^{-16}$
CaCO ₃	$[Ca^{2+}] [CO_3^{2-}] = 4,8 \cdot 10^{-9}$	Ni (OH) ₂	$[Ni^{2+}] [OH^-]^2 = 8,7 \cdot 10^{-19}$
BaCO ₃	$[Ba^{2+}] [CO_3^{2-}] = 8,1 \cdot 10^{-9}$	Su (OH) ₂	$[Su^{2+}] [OH^-]^2 = 5,0 \cdot 10^{-26}$
Ag ₂ CO ₃	$[Ag^+]^2 [CO_3^{2-}] = 6,2 \cdot 10^{-12}$	Al (OH) ₃	$[Al^{3+}] [OH^-]^3 = 4,7 \cdot 10^{-18}$
CaC ₂ O ₄	$[Ca^{2+}] [C_2O_4^{2-}] = 2,0 \cdot 10^{-9}$	Fe (OH) ₃	$[Fe^{3+}] [OH^-]^3 = 1,1 \cdot 10^{-36}$

Кучсиз электролит эритмаларининг диссоциацияланиш
константалари 0,1 н, 25° С)

Электролитларнинг номи	Диссоциацияланиш тегламаси	Диссоциацияланиш погонаси	Диссоциацияланиш константаси
Сув	$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$		$1,8 \cdot 10^{-10}$
Нитрит кислота	$HNO_2 \rightleftharpoons H^+ + NO_2^-$		$4,5 \cdot 10^{-4}$
Иодат кислота	$HIO_3 \rightleftharpoons H^+ + IO_3^-$		$1,67 \cdot 10^{-1}$
Селенит кислота	$H_2SeO_3 \rightleftharpoons H^+ + HSeO_3^-$	I	$3,5 \cdot 10^{-3}$
	$HSeO_3 \rightleftharpoons H^+ + SeO_3^{2-}$	II	$5,0 \cdot 10^{-8}$
Сульфит кислота	$H_2SO_3 \rightleftharpoons H^+ + HSO_3^-$	I	$1,2 \cdot 10^{-2}$
	$HSO_3^- \rightleftharpoons H^+ + SO_3^{2-}$	II	$1,0 \cdot 10^{-10}$
Водород сульфид	$H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$	I	$1,08 \cdot 10^{-7}$
	$HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-}$	II	$2,0 \cdot 10^{-15}$
Теллурад кислота	$H_2TeO_4 \rightleftharpoons H^+ + HTeO_4^-$	I	$6,0 \cdot 10^{-7}$
	$HTeO_4^- \rightleftharpoons H^+ + TeO_4^{2-}$	II	$4,0 \cdot 10^{-11}$
Силикат кислота	$H_2SiO_3 \rightleftharpoons H^+ + HSiO_3^-$	I	$2,0 \cdot 10^{-10}$
	$HSiO_3^- \rightleftharpoons H^+ + SiO_3^{2-}$	II	$1,0 \cdot 10^{-12}$
Карбонат кислота	$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$	I	$4,31 \cdot 10^{-7}$
	$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$	II	$5,61 \cdot 10^{-11}$
Фосфат кислота	$H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-$	I	$7,51 \cdot 10^{-3}$
	$H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{2-}$	II	$6,23 \cdot 10^{-8}$
	$HPO_4^{2-} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{3-}$	III	$2,2 \cdot 10^{-13}$

6- илова

Баъзи 0,1 н электролитларнинг 18° С даги диссоциацияланиш даражаси.

Электролитнинг номи	Формуласи	Диссоциацияланиш даражаси, %
Оксалат кислота	$H_2C_2O_4$	50
Фосфат кислота	H_3PO_4	27
Сульфит кислота	H_2SO_3	20
Сирка кислота	CH_3COOH	1,3
Карбонат кислота	H_2CO_3	0,17
Сульфид кислота	H_2S	0,07
Цианат кислота	HCN	0,01
Нитрит кислота	HNO_2	6,5
Борат кислота	H_3BO_3	0,007
Фторид кислота	HF	15,0
Аммоний гидроксид	NH_4OH	1,3

Баъзи эритувчиларнинг криоскопик ва эбулиоскопик константалари

а) Криоскопик константалар (Кк)

Эритувчи	Музлаш температура- си, °С.	Кк
Бензол C_6H_6	5,50	5,07
Сув H_2O	0,0	1,86
Чумоли кислота $CHOOH$	8,00	2,73
Нафталин $C_{10}H_8$	80,20	6,98
Нитробензол $C_6H_5NO_2$	5,82	8,10
Сирка кислота CH_3COOH	16,65	3,57
Фенол C_6H_6O	40,00	7,27
Хлороформ $CHCl_3$	63,55	4,90

б) Эбулиоскопик константалар (Эк)

Эритувчи	Қайнаш температура- си, °С	Эк
Ацетон CH_3COCH_3	56,0	1,76
Бензол C_6H_6	80,2—80,1	2,57—2,62
Сув H_2O	100,0	0,52
Водород сульфид H_2S	46,3	2,30—2,29
Этил спирт C_2H_5OH	78,2—77,4	1,19—1,04
Углерод (IV)- хлорид CCl_4	78,5—76,55	4,88—5,24
Сирка кислота CH_3COOH	118,50	3,14
Хлороформ $CHCl_3$	61,12	3,61

АДАБИЁТ

1. Н. Л. Глинка «Умумий химия» «Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент — 1968.
2. Кульман А. Г. «Общая химия». М., 1968.
3. Н. Х. Мақсудов «Аноорганик ва органик химиядан практикум». «Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент — 1973.
4. Н. Х. Мақсудов «Органик бирикмалар ва полимерлар химиясидан қисқача курс». «Ўзбекистон» нашриёти, Тошкент — 1975.
5. Н. Х. Мақсудов, К. М. Радбиль «Минеральные вяжущие вещества». Ташкент — 1972.
6. Я. И. Михайленко «Курс общей и неорганической химии» М., 1966.
7. В. В. Некрасов «Курс общей химии» Госхимиздат — 1952.
8. Ҳ. Р. Раҳимов «Аноорганик химия» «Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент — 1974.
9. Ҳ. Рустамов «Умумий химия» «Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент — 1969.
10. З. Саидносирова «Аноорганик химия» «Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент — 1970.
11. М. К. Стругацкий, Б. П. Надеинский «Умумий химия» «Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент — 1968.
12. Ҳ. Усмонов, Ҳ. Рустамов, Ҳ. Раҳимов «Физикавий химия. «Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент — 1963.

МУНДАРИЖА

Сўз боши

Кириш

1-§. Химия фани	5
2-§. Химиянинг пайдо бўлиш ва ривожланиш тарихи	6
3-§. Химиянинг халқ ҳужалигидаги аҳамияти	11

I б о б. Атом-молекуляр таълимот асослари

1-§. Химиянинг асосий қонунилари	14
2-§. Дальтон атомистикаси	16
3-§. Газларга оид қонулар	17
4-§. Идеал газларнинг ҳолат тенгламаси	19
5-§. Авогадро қонуни	22
6-§. Атом-молекуляр таълимот. Аллотропия ҳодисаси	22
7-§. Грамм-атом ва грамм-молекула. Авогадро сони	23
8-§. Газ ҳолатидаги моддаларнинг молекуляр массасини аниқлаш усуллари	23
9-§. Атом массасини аниқлаш усуллари	25
10-§. Химиявий белгилар. Химиявий формулалар.	26
11-§. Химиявий формулалар асосида ҳисоблаш	29
12-§. Химиявий реакцияларда юз берадиган энергетик ҳодисалар	31
13-§. Анорганик бирикмаларнинг классификацияси	35

II б о б. Д. И. Менделеевнинг даврий қонуни ва элементлар даврий системаси

1-§. Д. И. Менделеевнинг даврий қонуни	46
2-§. Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системаси	46
3-§. Д. И. Менделеевнинг элементлар системасининг аҳамияти	52

III б о б. Атомнинг тузилиши

1-§. Катодий нурлар	53
2-§. Анодий нурлар	54
3-§. Рентген нурлари	54
4-§. Радиоактивлик ҳодисаси	55
5-§. Радиоактив элементларнинг емирилиш процесси	55
6-§. Атом ядроси	56
7-§. Атом ядросининг заряди. Мозли қонуни	57
8-§. Сунъий радиоактивлик. Атом ядросининг таркиби. Изотопия ҳодисаси	59
9-§. Квантлар назариясидан қисқача маълумот	61
10-§. Бор назарияси. Атомнинг электроний қобиқлари.	61
11-§. Атом тузилиши билан даврий система орасидаги боғланиш	66
12-§. Элементларнинг хоссалари билан шу элементлар атомларининг тузилиши орасидаги боғланиш	70

IV б о б. Химиявий боғланиш. Молекулаларнинг тузилиши. Моддаларнинг кристалл ҳолати

1-§. Ионий ёки электровалент боғ-	73
-----------------------------------	----

2-§. Ковалент боғланиш	73
3-§. Координацион боғланиш	76
4-§. Водород боғланиш	77
5-§. Электрон таълимот нуқтаи назаридан валентлик	77
6-§. Кутбланиш	78
7-§. Молекулаларо кучлар	79
8-§. Моддаларнинг кристалл ҳолати	81
9-§. Кристаллларнинг ички тузилиши	82

V б о б. Водород. 1-§. Табиатда водород

VI б о б. Водороднинг кислородли бирикмалари

1-§. Сув. Табиатда сув.	86
2-§. Сувнинг физикавий хоссалари	87
3-§. Сув буғи	89
4-§. Муз	89
5-§. Сувнинг химиявий хоссалари	90
6-§. Водород пероксид	91

VII б о б. Элементлар даврий системасининг биринчи группаси

1-§. Умумий маълумот	92
2-§. Литий	92
3-§. Натрий	94
4-§. Калий	95
5-§. Мис	96
6-§. Кумуш	98
7-§. Олтин	100

VIII б о б. Элементлар даврий системасининг иккинчи группаси

1-§. Умумий маълумот	100
2-§. Иккинчи группанинг асосий группача элементлари	101
3-§. Бериллий	102
4-§. Магний	103
5-§. Кальций	104
6-§. Стронций	107
7-§. Барий	108
8-§. Рух группача элементлари	108

IX б о б. Элементлар даврий системасининг учинчи группаси

1-§. Умумий маълумот	111
2-§. Учинчи группанинг асосий группаси	111
3-§. Бор.	111
4-§. Аллюминий	113
5-§. Галлий	115
6-§. Индий	116
7-§. Учинчи группанинг скандий группачаси	116
8-§. Лантанидлар	117
9-§. Актинидлар	119

X б о б. Элементлар даврий системасининг тўртинчи группаси

1-§. Умумий маълумот	119
2-§. Асосий группача элементлари	120
3-§. Углерод	126
4-§. Кремний	126
5-§. Германий	130
6-§. Қалай	131
7-§. Қўроғшин	131
8-§. Титан группаси	134
9-§. Титан	134
10-§. Цирконий	135

XI б о б. Элементлар даврий системасининг бешинчи группаси

136	
-----	--

1-§. Умумий маълумот	136	10-§. Ионларнинг активлиги	221
2-§. Асосий группача элементлари	136	11-§. Диссоциланиш константаси	221
3-§. Азот	136	12-§. Эрувчанлик кўпайтмаси	222
4-§. Аммиак	138	13-§. Босқичли диссоциланиш	223
5-§. Азот оксидлари	140	14-§. Электролитлар эритмалари орасида ионлар алмашинуш реакциялари	224
6-§. Азотли ўғитлар	142	15-§. Сувнинг ион кўпайтмаси	226
7-§. Фосфор	143	16-§. Тузларнинг гидролизланиши	228
8-§. Фосфорли ўғитлар	146		
9-§. Мишьяк	147		
10-§. Ванадий группаси	149		
11-§. Ванадий	150		
12-§. Нобий	150		
13-§. Тантал	151		
XII б о б. Элементлар даврий системасининг сатинчи группаси			
1-§. Умумий маълумот	151		
2-§. Асосий группача элементлари	152		
3-§. Кислород	152		
4-§. Ҳаво	154		
5-§. Олтингугурт	155		
6-§. Селен. Теллур	158		
7-§. Полоний	164		
8-§. Хром группачаси	164		
9-§. Хром	165		
10-§. Молибден	168		
11-§. Вольфрам	169		
XIII б о б. Элементлар даврий системасининг еттинчи группаси			
1-§. Умумий маълумот	170		
2-§. Галогенлар группаси	170		
3-§. Фтор	170		
4-§. Хлор	172		
5-§. Бром	176		
6-§. Йод	177		
7-§. Астат	178		
8-§. Марганец группачаси	179		
XIV б о б. Элементлар даврий системасининг саккизинчи группаси			
1-§. Умумий маълумот	182		
2-§. Темир группаси	182		
3-§. Кобальт. Никель	187		
4-§. Платинавий металллар	189		
5-§. Инерт газлар	190		
XV б о б. Химиявий кинетика ва мувозанат			
1-§. Химиявий реакцияларнинг тезлиги	191		
2-§. Қайтар химиявий реакциялар. Химиявий мувозанат	194		
3-§. Ле-Шателье принципи	196		
4-§. Катализ	197		
5-§. Адсорбция	199		
6-§. Занжирий реакциялар	200		
XVI б о б. Эритмалар			
1-§. Дисперс системалар	201		
2-§. Сувдаги эритмалар	203		
3-§. Эритмаларнинг концентрацияларини йфодалаш усуллари	206		
4-§. Осмос ҳодисаси ва осмотик босим	208		
5-§. Электролитмас моддалар суюлтирилган эритмаларининг бўғ босими	211		
6-§. Электролитик диссоциация назарияси	214		
7-§. Кислота, асос ва тузларнинг диссоциланиши	216		
9-§. Электр ўтказувчанлик	218		
XVII б о б. Коллоидлар			
1-§. Моддаларнинг коллоид ҳолати	231		
2-§. Коллоид эритмаларни стабиллаш (барқарор ҳолга келтириш)	232		
XVIII б о б. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари			
1-§. Химиявий реакцияларнинг икки тури	237		
2-§. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг химиявий тенгламаларини тузиш	240		
XIX б о б. Металлар ва қотишмалар			
1-§. Металларнинг физикавий хоссалари	243		
2-§. Металларнинг химиявий хоссалари	244		
3-§. Гальваник элементлар	247		
4-§. Металлар коррозияси ва коррозияга қарши кураш чоралари	251		
5-§. Рудалардан металллар ажратиб олиш	256		
6-§. Электролиз	257		
7-§. Электролиз қонунилари	259		
8-§. Аккумуляторлар	261		
9-§. Қотишмалар	263		
XX б о б. Комплекс бирикмалар			
1-§. Комплекс бирикмаларнинг тузилиши	268		
2-§. Комплекс бирикма ҳосил қилувчи кучларнинг табиати	272		
XXI б о б. Минерал (анорганик) боғловчи моддалар			
1-§. Умумий маълумот	275		
2-§. Ҳавода қотадиган боғловчи моддалар	275		
3-§. Гидравлик боғловчи моддалар	280		
4-§. Актив (гидравлик) минерал қўшимчалар	286		
XXII б о б. Органик бирикмалар			
1-§. Умумий тушунчалар	287		
2-§. А. М. Бутлеровнинг химиявий тузилиш назарияси	293		
3-§. Органик бирикмаларнинг классификацияси	293		
Тўйинган углеводородлар, парафинлар			
4-§. Метан қатори	294		
5-§. Мотор ёнилғиси. Детонация. Октан сон	297		
6-§. Тўйинмаган углеводородлар. Этилен қатори	299		
7-§. Дienen углеводородлар (диолефинлар)	300		
8-§. Ацетилен қаторидаги углеводородлар (алкинлар)	302		

9- §. Углеводородларнинг галоген- ли ҳосилалари	305	си ва хоссалари. Полимерла- ниш реакциялари	320
10- §. Ароматик углеводородлар. (Карбоциклик бирикмалар)	306	3- §. Полимерлар классификацияси	329
11- §. Феноллар	309	4- §. Полиэтилен	330
12- §. Спиртлар	311	5- §. Полиизобутилен	330
13- §. Эфирлар	312	6- §. Полистирол	331
14- §. Альдегидлар	313	7- §. Поливинилхлорид	331
15- §. Кетонлар	315	8- §. Поливинилфторид	332
16- §. Органик кислоталар	315	9- §. Политетрафторэтилен	333
17- §. Мураккаб эфирлар	317	10- §. Полиметакрил кислота	333
18- §. Еглар	317	11- §. Фенолформальдегид полимер- лари	333
XXIII б о б. Юқори молекуляр бирик- малар	319	12- §. Найлон	334
1- §. Умумий маълумот	319	13- §. Капрон	335
2- §. Юқори молекуляр бирикма- ларнинг олиниши, структура-		14- §. Лавсан	335
		15- §. Кремний-органик полимерлар	336
		16- §. Титан-органик полимерлар	336
		17- §. Полиэлемент-органик силоксан бирикмалар	337
		Иловалар	

ИБ № 337

На узбекском языке

Максудов Норходжа Ходжаевич

ОБЩАЯ ХИМИЯ

Учебник для инженерных факультетов сельхозвузов

Издательство «Ўқитувчи»
Ташкент—1977

Муҳаррирлар А. Тўрахонов, К. Турдиева
Бадий муҳаррир Ҳ. Аҳмаджонов
Техн. муҳаррир Т. Золопилова
Корректор Д. Нуриддинова

Теришга берилди 4/I-1977 й. Босишга рухсат этилди 20/VI-1977 й. Қозғ № 3. 60×90¹/₁₆.
Физ. б. л. 22,0. Нашр. л. 21,03+0,4 форзоц Тиражи 10 000

«Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент. Навоий кўчаси, 30. Шартнома 284—76. Баҳоси 59 т.
Муқоваси 36 т.

ЎзССР Министрлар Советининг наشريётлар, полиграфия] ва [китоб савдоси ишлари Давлат
комитетининг Тошкент полиграфия комбинати. Навоий кўчаси, 30. 1977 й. Зак. № 2006.

Ташполиграфкомбинат Государственного Комитета совета Министров УэССР по делам
издательств, полиграфии и книжной торговли. Ташкент. Навои, 30.