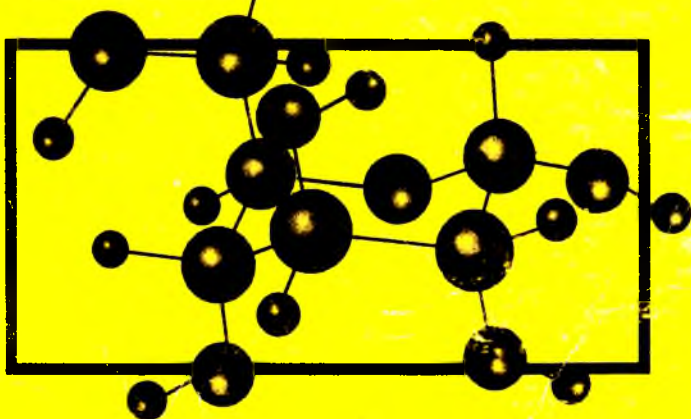


Г. П. Хомченко

КИМЕ

ОЛИЙ УКУВ ЮРТЛАРИГА
КИРУВЧИЛАР УЧУН

- Назарий асослар
- Мисол ва масалалар
- Тестлар



Г. П. ХОМЧЕНКО

К И М Ё

ОЛИЙ ЎҚУВ ЮРТЛАРИГА КИРУВЧИЛАР
УЧУН ҚЎЛЛАНМА

Республика таълим маркази нашрга тавсия этган

Тузатилган 3-нашри

ТОШКЕНТ 2001

Ушбу китобда кимёдан кириш имтиҳонларида сўраладиган барча масалалар баён қилинган. Кимёнинг умумий назарий асосларига ва масалалар ечишга катта эътибор берилган.

Китоб олий ўқув юртларига кирувчилар учун мўлжалланган. Ундан ўрта мактабда кимё курсини якуний такрорлаш ва битириш имтиҳонларига тайёрланишда фойдаланиш мумкин, шунингдек ўрта мактаб, коллеж, лицей, академик лицей ўқитувчилари ҳам фойдалансалар бўлади.

Тақризчи: к.ф.н., доцент Асқар Муфтахов

СЎЗ БОШИ

Ушбу китобда олий ўқув юртларига кирувчилар учун кимёдан кириш имтиҳонларидаги барча масалалар ёритилган. Китобда дастлаб кимёнинг умумий назарий асослари ўрганилади (I қисм) ва шу асосда анорганик кимё (II қ.) ҳамда органик кимёнинг (III қ.) мавзулари кўриб чиқилади.

Китобнинг бундай тузилиши анча кўп учрайдиган камчиликни — ўқувчилар билимидаги юзакиликни, яъни мавзуни чуқур назарий асосда баён қила билмаслик нуқсонини йўқотишга имкон бериши керак.

Масалаларни муҳокама қилишга катта эътибор берилган, чунки мавзуни ўзлаштирганлик сифати масалалар еча олиш билан белгиланади. Китобнинг учала қисмида намунавий масалалар ечимлари билан берилган.

Қўлланма кенг китобхонлар оммасига мўлжалланган. Ундан абитуриентлардан ташқари ўрта мактаб ўқувчилари ҳам мактабни битириш имтиҳонларига тайёрланишда фойдаланишлари мумкин. Китобдан ўрта мактаблар, коллеж, лицей ва академик лицейларнинг ўқитувчилари ҳам фойдалансалар бўлади.

Ўрганилиши мажбурий бўлган (дастурда назарда тутилган) мавзу йирик ҳарфларда, қўшимча (факультатив) мавзу, шунингдек мисоллар майда ҳарфларда терилган. Факультатив мавзу мактаб кимё курсининг баъзи муҳим масалаларини тўлароқ очиб беришга мўлжалланган. III бўлим, шунингдек, ушбу қўлланмадаги намунавий масалаларни ечиш доцент И. Г. Хомченко билан биргаликда ёзилди.

НАШРИЁТДАН

Китобнинг мазкур нашрида жуда кўплаб китобхонларнинг фикрларини ҳисобга олиб, ҳар бир боб охирида имконият даражасида бобга доир тест ҳамда уларнинг ечилиш усуллари берилди. Тестларни тузишда берган ёрдами учун к. ф. н., доцент *Асқар Муфтаховга* миннатдорчилик билдирамыз.

КИРИШ

1- §. Кимё фани ва унинг вазифалари

Кимё табиий фанлар қаторига киради. У моддаларнинг таркиби, тузилиши, хоссалари ва ўзгаришларини, шунингдек, бу ўзгаришларда содир бўладиган ҳодисаларни ўрганади.

Кимёга фан сифатида биринчи марта М. В. Ломоносов таъриф берди: «Кимё фани жисмларнинг хоссалари ва ўзгаришларини... жисмларнинг таркибини ўрганади... кимёвий ўзгаришларда моддаларда содир бўладиган ҳодисаларнинг сабабини тушунтириб беради». Кўриниб турибдики, Ломоносовнинг кимёнинг вазифаларини тушуниши ҳозирги тушунчага яқин келади.

Д. И. Менделеев 1871 йилда «кимё фанини ўрганишни бошловчилар учун» мўлжалланган ўзининг машҳур «Кимё асослари» китобида кимёга ўзига хос ва энг аниқ таъриф берди. Менделеев таърифига кўра, *кимё — бу элементлар ва уларнинг бирикмалари ҳақидаги таълимотдир.*

Кимё физика билан узвий боғланган. «Бу иккала фан, — деб ёзган эди Ломоносов, — бир-бири билан шундай боғланганки, улар бир-бирисиз мукамал бўла олмайди». Кимё бошқа табиий фанлар ва, айниқса, геология ҳамда биология билан ҳам тутшиб кетади. Кимё билан геология ўртасида геохимия фани вужудга келди, у Ернинг турли системаларида кимёвий элементларнинг тарқалишини ва кўчиб юришини ўрганади. Кимё билан биология орасида тирик организмларда содир бўладиган кимёвий жараёнларни ўрганадиган биохимия, биоанорганик ва биоорганик кимё фанлари таркиб топди. Космохимия коинот жисмларининг таркибини ва элементларнинг коинотда кўчиб юришини ўрганади.

Моддалар жуда кўп. Уларни ўрганишни осонлаштириш учун бу моддалар турли белгиларига кўра синфларга бўлинади. Масалан, маълум бўлган барча моддаларни учта гуруҳга ажратиш мумкин: *оддий моддалар, мураккаб моддалар*

ва аралашмалар. Моддаларни синфларга бўлишнинг жуда кўп бошқа усуллари ҳам бор.

Кимёнинг энг муҳим вазифаси — олдиндан белгиланган хоссали моддалар олиш ва саноат ишлаб чиқаришини жадаллаштиришдан, чиқиндисиз технология яратишдан иборат. Унинг яна бир муҳим вазифаси — кимёвий ўзгаришлар энергиясидан фойдаланишдир.

Ўрта умумий таълим мактабларида ва бошқа ўқув юртларида ўрганиладиган кимёни учта катта қисмга: умумий, анорганик ва органик кимёга ажратиш мумкин. *Умумий* кимёда барча кимёвий ўзгаришларга тааллуқли асосий қонуниятлар кўриб чиқилади. *Анорганик* кимё анорганик (минерал) моддаларнинг хоссалари ва ўзгаришларини ўрганади. *Органик* кимё органик моддаларнинг хоссалари ва ўзгаришларини ўрганади.

2- §. Кимёнинг аҳамияти

Кимёни ажойиб ўзгаришлар индустрияси дейиш мумкин. У табиатда бўлмайдиган материалларни синтез қилишга, улардан турли-туман машина ва асбоблар яратиш учун, тураржой бинолари қуриш ва халқ истеъмол моллари ишлаб чиқариш учун фойдаланишга имкон беради.

Кимё саноати синтетик каучук, пластик массалар, сунъий тола, сунъий ёқилғи, бўёқлар, дори-дармонлар ва бошқа жуда кўп моддалар ишлаб чиқаради.

Кўплаб миқдорларда асосий кимё саноатининг маҳсулотлари — кислоталар, ишқорлар, тузлар ишлаб чиқарилади.

Қишлоқ хўжалигида минерал ўғитлар, ўсимликларни ҳимоя қилишнинг кимёвий воситалари, уларнинг ўсишини тартибга солувчи моддалар, ҳайвонлар озиғига қўшиладиган кимёвий моддалар ва озиқ консервантлари, кўпчилик полимер материаллар кенг қўламда ишлатилади. Металлар кимёвий усуллардан фойдаланиб олинади, шунингдек, коррозияланишдан муҳофаза қилинади.

Кимёнинг илмий-техника тараққиётининг ривожланишидаги аҳамиятини жаҳоннинг биринчи фазогири Ю. А. Гагарин жуда аниқ таъкидлаб ўтган эди: «Биз, фазогирлар касбимиз хусусиятига кўра кимёнинг мўъжизакор ишларини бошқалардан кўра илгарироқ билиб оламиз. Масалан,

ракетадаримизни ҳаракатга келтирадиган ёқилғини, ракеталар ясалган қотишма ва металлларни, скафандрларни, инсоннинг коинотга сафарида унга ҳамроҳ бўладиган минглаб катта ва кичик нарсаларни олиб кўринг. Ҳамма ерда сиз кимёга дуч келасиз... Космик фазони ўзлаштириш йўлида биз ҳозирга қадар бажарган вазифалардан кўра анча улкан вазифалар турибди. Навбатда Ойга, Қуёш системасининг бошқа сайёраларига учиб, Қуёш системасининг доирасидан чиқиш, бошқа дунё билан алоқа боғлаш масалалари кун тартибига қўйилмоқда. Лекин бунинг учун янада юқори тезлик, янги космик кемалар, янги асбоб-ускуналар, ёқилғи зарур; буларнинг ҳаммасини яратиш учун яна кимё керак ва сифати жиҳатдан ҳозиргилардан анча устун бўлган янги материаллар зарур бўлади. Кимё олдида ана шундай вазифалар қўйилмоқда ва у бизни барча зарур нарсалар билан таъминлашига ишонамиз...»

Кейинги вақтларда *атроф-муҳитни муҳофаза қилиш* инсоният олдида турган энг муҳим масалалардан бири бўлиб қолди. Оқар сувларни тозалаш, сув ва ҳавонинг тозалигини назорат қилиб туриш, чиқиндисиз технология яратиш ва ҳоказо масалаларни ҳал қилишда кимё фани ва саноатининг аҳамияти катта.

Дунёнинг қиёфасини илмий тушунишда ҳам кимёнинг ниҳоятда катта аҳамияти бор. Кимё табиат, жамиятнинг ривожланишидаги ва билишдаги умумий қонуниятларни тасдиқлади (2.11-§ га қ.).

Кимёни чуқур билиш халқ хўжалигининг барча соҳаларидаги мутахассислар учун зарурдир. Кимё физика ва математика билан бир қаторда юқори малакали мутахассислар тайёрлашнинг асосини ташкил этади.

1- Б О Б. КИМЁНИНГ АСОСИЙ ТУШУНЧА ВА ҚОНУНЛАРИ

1.1- §. Кимёда атом-молекуляр таълимот

Атом-молекуляр таълимотни кимёга биринчи бўлиб рус олими М. В. Ломоносов татбиқ этди ва уни ривожлантирди. Бу таълимотнинг асосий қоидалари «Математик кимё элементлари» (1741) номли ва бошқа кўпгина асарларида баён қилинган. Ломоносов таълимотининг моҳиятини қуйидаги қоидалар билан баён қилиш мумкин:

1. Барча моддалар «корпускулалардан» (Ломоносов молекулаларни шундай атаган эди) таркиб топган.

2. Молекулалар «элементлардан» (Ломоносов атомларни шундай атаган эди) таркиб топган.

3. Заррачалар — молекула ва атомлар тўхтовсиз ҳаракатда бўлади. Жисмларнинг иссиқлик ҳолати улар заррачаларининг ҳаракатланиши натижасидир.

4. Оддий моддаларнинг молекулалари бир хил атомлардан, мураккаб моддаларнинг молекулалари — турли хил атомлардан тузилган.

Ломоносовдан 67 йил кейин кимёга атомистик таълимотни инглиз олими Жон Дальтон татбиқ этди. У атомистиканинг асосий қоидаларини «Кимёвий философиянинг янги системаси» (1808) китобида баён қилиб берди. Дальтон таълимотининг мағзи Ломоносов таълимотини тақрорлайди. Шу билан бирга, у бу таълимотни янада ривожлантиради, чунки Дальтон биринчи бўлиб ўша вақтда маълум бўлган элементларнинг атом массаларини аниқлашга ҳаркат қилди. Лекин Дальтон оддий моддаларнинг молекулалари мавжудлигини инкор этди, бу эса Ломоносов таълимотига нисбатан бир қадам орқага қайтиш эди. Дальтон фикрича, оддий моддалар фақат атомлардан, мураккаб моддалар эса «мураккаб атомлардан» (ҳозирги тушунчада — молекулалардан) таркиб топади. Шунини таъкидлаб ўтиш

керакки, Дальтоннинг оддий моддаларда молекулалар бўлишини инкор этиши кимёнинг кейинги ривожланишига халаал берди.

Кимёда атом-молекуляр таълимот фақат XIX асрнинг ўрталаридагина узил-кесил қарор топди. Кимёгарларнинг 1860 йилда Карлсруэ шаҳрида бўлиб ўтган халқаро съездида молекула ва атом тушунчаларининг таърифи қабул қилинди.

Молекула — бу берилган модданинг кимёвий хоссаларига эга бўлган энг кичик заррачасидир. Молекуланинг кимёвий хоссалари унинг таркиби ва кимёвий тузилиши билан аниқланади.

Атом — бу кимёвий элементнинг оддий ва мураккаб моддалар таркибига кирадиган энг кичик заррачасидир. Элементнинг кимёвий хоссалари унинг атомининг тузилиши билан аниқланади. Бувадан атомнинг ҳозирги тасаввурларга тўғри келадиган таърифи келиб чиқади:

атом — бу мусбат зарядланган атом ядроси билан манфий зарядланган электронлардан таркиб топган электрнейтрал заррачадир.

Ҳозирги тасаввурларга кўра молекулалар газ ва буғ ҳолатида ҳам молекулалардан таркиб топган бўлади. Кристалл панжараси *молекуляр тузилишига* эга бўлган моддаларгина қаттиқ ҳолатда молекулалардан таркиб топган бўлади. Масалан, органик моддалар, металлмаслар (баъзи истиснолардан ташқари), углерод (IV)- оксид, сув. Қаттиқ аорганик моддаларнинг кўпчилиги эса молекуляр тузилишга эга эмас: уларнинг панжараси молекулалардан эмас, балки бошқа заррачалардан (ионлардан, атомлардан) тузилган; улар макрожисмлар ҳолида мавжуд бўлади (натрий хлорид кристаллари, кварц кристаллари, мис бўлаклари ва б.). Тузлар, металлларнинг оксидлари, олмос, кремний ва металллар ҳам молекуляр тузилишга эга эмас.

Молекуляр тузилишли моддаларда молекулалар орасидаги кимёвий боғланиш атомлар орасидаги боғланишдан бўшроқ бўлади, шу сабабли ударнинг суюқланиш ва қайнаш температуралари нисбатан паст бўлади. Номолекуляр тузилган моддаларда заррачалар орасидаги кимёвий боғланиш анча пухта, шу сабабли уларнинг суюқланиш ва қайнаш температуралари юқори бўлади. Ҳозирги кимё микрзаррачалар (атомлар, молекулалар, ионлар ва б.) ҳамда макрожисмларнинг хоссаларини ўрганади.

1.2- §. Кимёвий элементлар

Атом-молекуляр таълимот кимёнинг асосий тушунча ва қонунларини тушунтиришга имкон берди.

Атом-молекуляр таълимот нуқтаи назаридан атомларнинг ҳар қайси алоҳида тури кимёвий элемент дейилади. Атомнинг энг муҳим характеристикаси унинг ядросининг мусбат заряди бўлиб, у сон жиҳатдан элементнинг тартиб рақамига тенг (2.4-§ га қ.). Ядро зарядининг қиймати атомларнинг ҳар хил турлари учун бир-биридан фарқ қилувчи белгиси ҳисобланади, бу эса элемент тушунчасига анча тўлиқ таъриф беришга имкон беради.

Кимёвий элемент — бу ядросининг мусбат заряди бир хил бўлган атомларнинг муайян туридир.

109 та элемент маълум. Даврий қонуннинг муаллифи Д. И. Менделеев шарафига 101 кимёвий элемент менделеевий Md деб аталган. Ҳозирги вақтда тартиб рақами янада катта бўлган кимёвий элементларни сунъий равишда олишга доир ишлар давом эттирилмоқда.

Барча элементлар одатда *металлар билан металлмасларга* бўлинади. Лекин бундай бўлиниш шартлидир. Металлмаслар билан металларнинг хоссалари 8.1 ва 12.1 — 12.3- § ларда анча батафсил кўриб чиқилади.

Элементларнинг муҳим таърифи уларнинг ер пўстлоғида, яъни Ернинг юқори қаттиқ қобиғида т а р қ а л г а н л и г и д и р, бу қобиқнинг қадинлиги шартли равишда 16 км га тенг деб қабул қилинган. Элементларнинг ер пўстлоғида тарқалганлигини геохимё — Ер ҳақидаги фан ўрганади. Рус геохимёгари А. П. Виноградов ер пўстлоғининг ўртача кимёвий таркиби жадвалини тузди*. Ана шу маълумотларга кўра энг кўп тарқалган элемент — кислород ер пўстлоғи массасининг 47,2% ни ташкил этади, сўнгра кремний — 27,6, алюминий — 8,80, темир — 5,10, кальций — 3,6, натрий — 2,64, калий — 2,6, магний — 2,10, водород — 0, 15%.

Келтирилган рақамлардан кўриниб турибдики, элементлар ер пўстлоғида жуда нотекис тарқалган. Айтиб ўтил-

* Бундан буён кимёвий элементларнинг ер пўстлоғида (литосферада, океан билан атмосферани ҳисобга олмай) тарқалганлиги А. П. Виноградов маълумоти асосида берилади.

ган 9 элемент ер пўстлоғи массасининг 99,79% ни, қолган барча элементлар — фақат 0,21% ни ташкил этади. Д. И. Менделеев биринчи бўлиб аниқлаганидек, табиатда « а т о м о ғ и р л и г и (атом массаси) к и ч и к элементлар энг кўп тарқалган, о р г а н и з м л а р д а э с а ж у д а е н г и л элементлар (H, C, N, O) кўп бўлади». Коинотда ҳам энг енгил элементлар — водород билан гелий жуда кўп тарқалган.

1.3- §. Оддий ва мураккаб моддалар. Аллотропия

Кимёвий элементларнинг атомлари жуда юқори температурада эркин ҳолда мавжуд бўла олади — булар якка атомлар ҳолида ёки оддий мураккаб моддалар таркибида бўлиши мумкин.

Оддий моддалар — булар битта элементнинг атомларидан ҳосил бўлган моддалардир.

Масалан, оддий модда кўмир — углерод элементининг атомларидан, оддий модда темир — темир элементининг атомларидан, оддий модда азот — азот элементининг атомларидан ҳосил бўлган.

Мураккаб моддалар, бошқача айтганда кимёвий бирикмалар — булар турли хил элементларнинг атомларидан ҳосил бўлган моддалардир.

Масалан, мис (II)- оксид мис элементи билан кислород элементининг атомларидан, сув — водород билан кислород элементларининг атомларидан ҳосил бўлган.

«Оддий модда» тушунчасини «кимёвий элемент» тушунчаси билан бир хил деб бўлмайди. Оддий модданинг муайян зичлиги, эрувчанлиги, суюқланиш ҳамда қайнаш температуралари ва бошқа хоссалари бўлади. Бу хоссалар атомлар тўпламига тааллуқлидир ва улар ҳар хил оддий моддалар учун турлича бўлади. Кимёвий элемент атом ядросининг муайян мусбат заряди (тартиб номери), оксидланиш даражаси, изотоп таркиби ва бошқа хоссалари билан ажралиб туради. Элементларнинг хоссалари унинг а л о ҳ и д а атомларига тааллуқлидир. Мураккаб моддалар оддий моддалардан эмас, балки элементлардан таркиб топган. Масалан, сув оддий моддалар бўлган водород билан кислороддан эмас, балки водород билан кислород элементларидан таркиб топган. Элементларнинг номи одатда уларга

тегишли оддий моддаларнинг номига мос келади (бундан мустаснолари: углерод ва кислороднинг оддий моддаларидан бири — озон).

Кўпчилик кимёвий элементлар тузилиши ва хоссалари турлича бўлган бир неча оддий моддалар ҳосил қилади. Бу ҳодиса аллотропия, ҳосил бўладиган моддалар эса — *аллотропик шакл ўзгаришлар ёки модификациялар* дейилади. Масалан, кислород элементи иккита аллотропик модификация — кислород билан озонни, углерод элементи — учта: олмос, графит ва карбинни; фосфор элементи бир неча модификацияларни ҳосил қилади.

Аллотропия ҳодисасининг иккита сабаби бор: 1) молекуладаги атомлар сонининг турличалиги (масалан, кислород O_2 ва озон O_3); 2) турли хил кристалл шаклларнинг ҳосил бўлиши (масалан, олмос, графит ва карбин, 11.2-§. га қ.).

1.4- §. Нисбий атом масса

Ҳозирги текшириш усуллари атомларнинг ниҳоятда кичик массасини катта аниқлик билан топишга имкон беради. Масалан, водород атомининг массаси $1,674 \cdot 10^{-27}$ кг, кислородники — $2,667 \cdot 10^{-27}$ кг, углеродники — $1,993 \times 10^{-26}$ кг.

Кимёда одатга кўра атом массаларнинг абсолют эмас, балки нисбий қийматларидан фойдаланилади. 1961 йилда атом массасининг бирлиги қилиб углерод изотопи ^{12}C атоми массасининг $1/12$ қисмига тенг бўлган *масса атом бирлиги* (қисқартирилгани м.а.б.) қабул қилинган.

Кўпчилик кимёвий элементларда массаси турлича бўлган атомлар бўлади (изотоплар 2.4- §. га қ.). Шу сабабли:

элементнинг табиий изотоплар таркибидаги атоми ўртача массасининг углерод ^{12}C атоми массасининг $1/12$ қисмига нисбатига тенг катталик кимёвий элементнинг нисбий атом массаси A_r дейилади.

Элементларнинг нисбий атом массалари* A_r билан белгиланади, бунда индекс r — инглизча *relative* нисбий сўзнинг бош ҳарфидир. A_r (H), A_r (O), A_r (C) ёзувлар водород-

* «Нисбий атом масса» атамаси ўрнига тарихан таркиб топган «атом масса» дан фойдаланиш мумкин.

нинг нисбий атом массаси, кислороднинг нисбий атом массаси ва углероднинг нисбий атом массасини билдиради. Масалан,

$$A_r(\text{H}) = \frac{1,674 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{1/12 \cdot 1,993 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} = 1,0079$$

$$A_r(\text{O}) = \frac{2,667 \cdot 10^{-26} \text{ кг}}{1/12 \cdot 1,993 \cdot 10^{-26} \text{ кг}} = 15,9994$$

Нисбий атом масса — кимёвий элементнинг асосий характеристикаларидан биридир. Атом массаларнинг ҳозирги қийматлари Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системасида берилган.

1.5- §. Нисбий молекуляр масса

Модданинг табиий изотоплар таркибидаги молекуласи ўртача массасининг углерод атоми ^{12}C массасининг $1/12$ қисмига нисбатига тенг қиймат модданинг нисбий молекуляр массаси M_r дейилади.

Нисбий молекуляр масса сон жиҳатдан модда молекуласи таркибига кирадиган барча атомлар нисбий атом массаларининг йиғиндисига тенг. Уни модданинг формуласидан осон ҳисоблаб топиш мумкин*. Масалан, $M_r(\text{H}_2\text{O})$ қуйидагича топилади:

$$2A_r(\text{H}) = 2 \cdot 1,00797 = 2,01594$$

$$\begin{aligned} A_r(\text{O}) &= 15,9994 \\ \hline M_r(\text{H}_2\text{O}) &= 18,01534 \end{aligned}$$

Демак, сувнинг нисбий молекуляр массаси 18,01534 га ёки яхлитлаганда 18 га тенг.

Нисбий молекуляр масса берилган модда молекуласининг массаси ^{12}C атоми массасининг $1/12$ қисмидан неча

* Агар молекула таркибига маълум изотоп атомлар кирадиган бўлса, у доим кўрсатилади (масалан, H^{37}Cl) ва нисбий молекуляр массани ҳисоблашда шу изотопнинг массасидан фойдаланилади. Агар фақат кимёвий элементларнинг символлари кўрсатиладиган бўлса, у ҳолда модданинг молекуляр массасини ҳисоблашда A_r нинг қийматидан фойдаланилади.

марта катта эканлигини кўрсатади. Масалан, сувнинг молекуляр массаси 18 га тенг. Бу деган сўз, сув молекуласининг массаси ^{12}C атом массасининг $1/12$ қисмидан 18 марта катта демакдир. Нисбий молекуляр масса — моддаларнинг асосий характеристикаларидан биридир.

1.6- §. Моль. Моляр масса

Халқаро бирликлар системаси (СИ) да модда м и қ д о р и н и н г бирлиги сифатида моль қабул қилинган.

Моль — бу модданинг 0,012 кг углерод изотопи ^{12}C да нечта атом бўлса, таркибида шунча структура бирликлар (молекула, атом, ион, электрон ва бошқалар) бўладиган миқдоридир.

Битта углерод атомининг массасини $(1,993 \cdot 10^{-26} \text{ кг})$ билган ҳолда 0,012 кг углероддаги атомлар сони N_A ни ҳисоблаб топиш мумкин:

$$N_A = \frac{0,012 \text{ кг/моль}}{1,993 \cdot 10^{-26} \text{ кг}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ г/моль}$$

Бу сон *Авогадро доимийси* дейилади (белгиси N_A , ўлчови г/моль) ва и с т а л г а н модданинг бир молидаги структура бирликлари сонини кўрсатади.

Моляр масса — модда массасининг модданинг миқдorigа нисбатига тенг катталиқ.

Унинг ўлчови кг/моль ёки г/моль; одатда у M ҳарфи билан белгиланади.

Молекуланинг массасини билган ҳолда модданинг моляр массасини оson ҳисоблаб топиш мумкин. Масалан, агар сув молекуласининг массаси $2,99 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$ га тенг бўлса, у ҳолда моляр массаси $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2,99 \cdot 10^{-26} \text{ кг} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ г/моль} = 0,018 \text{ кг/моль}$, яъни 18 г/моль. Умумий ҳолда модданинг г/моль да ифодаланган моляр массаси шу модданинг нисбий атом ёки нисбий молекуляр массасига сон жиҳатдан тенг бўлади. Масалан, C , Fe , O_2 , H_2O ларнинг нисбий атом ва молекуляр массалари тегишлича 12, 56, 32, 18 га тенг, уларнинг моляр массалари эса тегишлича 12 г/моль, 56 г/моль, 32 г/моль, 18 г/моль бўлади.

Молекуляр массани молекуляр ҳолатдаги моддалар учун ҳам, атомар ҳолатдаги моддалар учун ҳам ҳисоблаб топиш мумкин. Масалан, водороднинг нисбий молекуляр массаси

$M_r(H_2)=2$, водороднинг нисбий атом массаси $A_r(H)=1$. Иккала ҳолда ҳам модданинг структура бирликлари сони (N_A) билан аниқланган миқдори бир хил — 1 моль. Лекин молекуляр водороднинг моляр массаси 2 г/моль, атомар водороднинг моляр массаси эса 1 г/моль. Бир моль атом, молекула ёки ионлардаги заррачалар сони Авогадро доимийсига тенг бўлади, масалан:

1 моль ^{12}C атомлари $= 6,02 \cdot 10^{23}$ атом ^{12}C

1 моль H_2O молекулалари $= 6,02 \cdot 10^{23}$ молекула H_2O

1 моль SO_4^{2-} ионлари $= 6,02 \cdot 10^{23}$ SO_4^{2-} ионлари

Масса билан модда миқдори — ҳ а р х и л т у ш у н ч а л а р д и р. Масса килограммларда (граммларда), модда миқдори эса — молларда ифодаланади. Модданинг массаси (m , г), модданинг миқдори (n , моль) ва моляр масса (M , г/моль) орасида оддий нисбатлар бор:

$$m=nM \quad (1.1)$$

$$n = \frac{m}{M} \quad (1.2)$$

$$M = \frac{m}{n} \quad (1.3)$$

Шу формулалардан модда муайян миқдорининг массасини ҳисоблаб топиш, ёки модданинг маълум массасидаги моллар сонини аниқлаш ёхуд модданинг моляр массасини осон топиш мумкин (1.12-§ га — намунавий масалалар ечишга қ.).

1.7- §. Кимёвий белгилар, формула ва тенгламалар

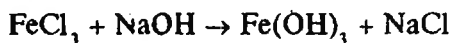
Элементларни *кимёвий белгилар* (символлар) билан ифодалаш қабул қилинган. Элементнинг симболи элемент латинча номининг бош ҳарфидан ёки бош ҳарфи билан иккинчи ҳарфидан иборат бўлади: биринчи ҳарф доимо бош ҳарф, иккинчиси кичик ҳарф бўлади. Масалан, водороднинг латинча номи Hydrogenium, белгиси H, кислородники — Oxygenium — O, алюминийники — Aluminium — Al, темирники — Ferrum — Fe, рухники — Zincum — Zn ва ҳ.

Мураккаб моддаларнинг таркиби *кимёвий формулалар* ёрдамида ифодаланади. Масалан, H_2SO_4 формула бу сульфат кислота эканлигини билдиради; унинг 1 моли 2 моль водород атомлари, 1 моль олтингугурт атомлари ва 4 моль кислород атомларидан ҳосил бўлган.

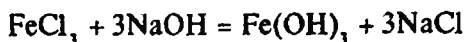
Оддий моддаларнинг молекулалари ҳам, агар молекула нечта атомдан таркиб топганлиги маълум бўлса, формулалар билан белгиланади. Масалан, H_2 , O_2 , F_2 . Лекин, агар оддий модда атомли ёки металл структурага эга бўлса ёки молекуланинг атом таркиби номаълум бўлса, у ҳолда элементнинг кимёвий белгиси билан тасвирланади. Масалан, He , Al , C . Модданинг таркибини анализ қилиш натижаларига қараб ҳам унинг кимёвий формуласини аниқлаш мумкин (1.12- § га қ.).

Кимёвий тенгламалар кимёвий формулалар ва белгилар ёрдамида ёзилади. Улар кимёвий реакцияларни тасвирлаш учун хизмат қилади ва моддалар массасининг сақланиш қонунини акс эттиради. Ҳар қайси тенгламанинг икки қисми бўлиб, улар орасига тенглик аломати қўйилади. Тенгламанинг чап қисмига реакцияга киришадиган моддаларнинг формулалари, ўнг қисмига реакция натижасида ҳосил бўладиган моддаларнинг формулалари ёзилади. Ҳар қайси элемент атомларининг сони тенгламанинг чап ва ўнг қисмларида бир хил бўлиши керак.

Масалан, темир (III)- хлорид билан натрий гидроксиднинг ўзаро таъсирлашиш тенгламасини тузамиз. Дастлаб, шу реакциянинг схемасини, яъни реакциянинг бошланғич ва охириги моддаларининг формулаларини ёзиб, стрелка билан реакциянинг йўналишини кўрсатамиз:



Тенгламанинг чап ва ўнг қисмларидаги темир, натрий, хлор, кислород ҳамда водород атомларининг сонини тенглаштириш учун NaCl билан NaOH формулалар олдига 3 коэффициентни қўйиш лозим:

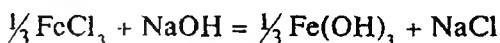


Олинган тенгламада ҳар қайси элемент атомларининг чап қисмдаги сони шу атомларнинг ўнг қисмдаги сонига тенг. Бу деган сўз, шу тенглама моддалар массасининг сақланиш қонунини (1.9- § га қ.) қаноатлантиради ва тўғри ёзилган,

демакдир*. Кимёвий реакцияларнинг тенгламаларида моддаларнинг формулалари оддига қўйилган коэффицентлар *стехиометрик коэффицентлар* дейилади.

Стехиометрия — кимёнинг бўлими бўлиб, унда реакцияга киришадиган моддалар орасидаги масса ва ҳажмий нисбатлар кўриб чиқилади. *Стехиометрик миқдор* — бу моддаларнинг реакция тенгласига ёки формулага мувофиқ келадиган миқдоридир. *Стехиометрик ҳисоблашлар* — булар кимёвий формула ва тенгламалар бўйича ҳисоблашлар, шунингдек, моддаларнинг формулаларини ва реакцияларнинг тенгламаларини келтириб чиқаришдир.

Кимёвий тенгламанинг иккала қисмидаги коэффицентларни бир хил кўпайтириш ёки камайитириш мумкин. Масалан, агар коэффицентларни бир моль натрий гидроксидга асосланиб тенглаштирадиган бўлсак, у ҳолда тенглама қуйидаги кўринишда бўлади:



Бу ҳолда ҳам тенглама тўғри бўлади, чунки моддалар массасининг сақланиш қонунига риоя қилинган бўлади. Коэффицент 1 одатда тушириб қолдирилади, яъни ёзилмайди.

Шундай қилиб, кимёвий тенгламада коэффицентлар оддий мулоҳазалар асосида танланади, бунда олдин реакция схемаси ёзиб қўйилади. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тенгламалари учун коэффицентлар танлашда бошқа усуллардан (7.3- § га қ.) фойдаланиш қулай.

Саноатда ва қишлоқ хўжалигида, шунингдек, лаборатория амалиётида кимёвий формула ва тенгламалар асосида турли хил миқдорий ҳисоблашлар бажарилади.

1.8- §. Кимёвий реакциялар. Реакцияларни классификациялаш

Моддалар бир-бири билан ўзаро таъсирлашиб, турли хил ўзгаришларга учрайди. Масалан, бериллий 500°C дан юқори

* Кимёга (айниқса органик кимёга) доир баъзи ўқув қўлланмаларда реакцияларнинг тенгламаларида тенглик ишораси ўрнига стрелкадан фойдаланилади.

ҳароратда ҳаво кислороди билан ўзаро таъсирлашиб, бериллий оксидга айланади; кўмир ёниб, карбонат ангидрил ҳосил қилади ва ш. ў.

Бир хил моддалар таркиби ва хоссалари жиҳатидан фарқ қиладиган бошқа моддаларга айланадиган ва бунда атомлар ядроларининг таркиби ўзгарадиган ҳодисалар кимёвий ҳодисалар дейилади.

Ҳавода оксидланиш, ёниш, рудалардан металлларнинг олиниши, темирнинг занглаши — буларнинг ҳаммаси кимёвий ҳодисалардир. Бу ҳодисаларни бошқача қилиб айтганда, *кимёвий ўзгаришлар, кимёвий реакциялар ёки кимёвий ўзаро таъсирлар* дейилади.

Кимёвий ҳодисалар билан физик ҳодисаларни бир-биридан фарқ қилиш лозим.

Физик ҳодисаларда моддаларнинг шакли ёки физик ҳолати ўзгаради ёки атом ядроларининг таркиби ўзгариши ҳисобига янги моддалар ҳосил бўлади.

Масалан, газсимон аммиак суюқ азот билан ўзаро таъсир эттирилганда аммиак дастлаб суюқ, сўнгра эса қаттиқ ҳолатга ўтади. Бу кимёвий эмас, балки физик ҳодисадир, чунки модданинг (азотнинг ҳам, аммиакнинг ҳам) таркиби ўзгармайди. Янги моддалар ҳосил бўлишига олиб келадиган баъзи ҳодисалар физик ҳодисалар қаторига киради. Масалан, бир хил элементларнинг атомларидан бошқа хил элементларнинг атомлари ҳосил бўладиган ядро реакциялари (2.3- § га қ.) физик ҳодисалардир. Бундай ҳодисаларни *ядро физикаси* ўрганади.

Кимёвий реакциялар каби физик ҳодисалар ҳам кенг тарқалган: металл ўтказгичдан (симдан) электр токининг ўташи, металлларни болғалаш ва суюқлантириш, иссиқлик чиқиши, сувнинг музга ёки бугга айланиши ва ҳ.

Кимёвий ҳодисалар вақтида ҳамма вақт физик ҳодиса ҳам содир бўлади. Масалан, магний ёнганда иссиқлик ва ёруғлик чиқади, гальваник элементда кимёвий реакциялар натижасида электр токи вужудга келади.

Атом-молекуляр таълимот ва массанинг сақланиш қонунига (1.9-га қ.) мувофиқ кимёвий реакцияларда реакцияга киришган моддаларнинг атомларидан янги моддалар (оддий моддалар ҳам, мураккаб моддалар ҳам) ҳосил бўлади, бунда ҳар қайси элемент атомларининг умумий сони доимо ўзгармасдан қолади.

Кимёвий реакциялар турли аломатларига кўра классификацияланади.

1. *Иссиқлик чиқиш ёки ютилиш аломатига кўра.* Иссиқлик чиқиши билан борадиган реакциялар *экзотермик* реакциялар дейилади. Масалан, водород билан хлордан водород хлорид ҳосил бўлиш реакцияси:



Атроф муҳитдан иссиқлик ютилиши билан борадиган реакциялар *эндотермик* реакциялар дейилади. Масалан, азот билан кислороддан азот (II)- оксид ҳосил бўлиш реакцияси, у юқори температурада содир бўлади:



Реакция натижасида чиққан ёки ютилган иссиқлик миқдори *жараённинг иссиқлик эффекти* дейилади. Кимёнинг турли жараёнлардаги иссиқлик эффектларини ўрганадиган бўлими *термохимё* дейилади.

Реакциянинг иссиқлик эффектлари ҳам ёзилган кимёвий тенгламалар *термохимёвий* тенгламалар дейилади. Бундай тенгламаларда формулалар олдидаги коэффицентлар тегишли моддаларнинг моллар сонини билдиради ва шу сабабли каср сонлар бўлиши ҳам мумкин.

Реакциянинг иссиқлик эффекти температура билан босимга боғлиқ бўлганлиги сабабли, уни стандарт шароит учун келтиришга шартлашиб олинган: температура 25°C (298 ёки аниқроғи $298,15\text{K}^\circ$) ва босим $p=101\,325 \text{ Па} \approx 101,3 \text{ кПа}$. Термохимёвий тенгламаларда моддаларнинг ҳолати ҳам кўрсатилади: кристалл (к), суюқ (с), газсимон (г), эриган (э) ва б. Иссиқлик эффектлари ΔH (дельта аш деб ўқилади) билан белгилаш, киложоулларда (кЖ) ифодалаш ва модданинг реакция тенгламасида кўрсатилган моллар сонига нисбатан олиш қабул қилинган. Эндотермик жараёнларда (иссиқлик ютилади, $\Delta H > 0$) иссиқлик эффектларининг ишораси мусбат ва экзотермик жараёнларда (иссиқлик чиқади, $\Delta H < 0$) манфий ҳисобланади.

Реакциянинг иссиқлик эффекти ΔH нинг маъносини тушуниб оламиз. Ҳар қандай модданинг маълум энтальпияси (иссиқлик сақлами) бўлади. Энтальпия (у лотинча H ҳарфи билан белгиланади) модда ҳосил бўлишида тўплайдиган энергиянинг

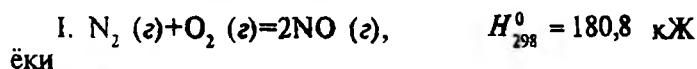
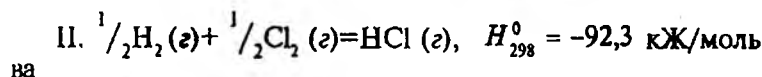
ўлчовидир. Реакциянинг ўзгармас босимдаги иссиқлик эффекти ΔH реакциянинг охириги маҳсулотлари энтальпияси ($H_{\text{ох}}$ билан белгиланади) билан реакцияга киришган бошланғич моддалар энтальпиясининг ($H_{\text{бош}}$ билан белгиланади) айирмасидан иборат, яъни

$$\Delta H = H_{\text{ох}} - H_{\text{бош}}$$

ΔH катталикнинг (бу ерда грек ҳарфи Δ — дельта — айирмани билдиради) физик маъноси ана шундандир. Изобар реакциялар учун кўпинча «иссиқлик эффекти» термини ўрнига «жараённинг энтальпияси» деган терминдан фойдаланилади.

Агар реакциянинг охириги маҳсулотларининг ҳаммаси ва бошланғич моддалар *стандарт ҳолатларда* ($T=298^\circ\text{K}$, $p \approx 101,3$ кПа) бўлса, у ҳолда ΔH *жараённинг стандарт энтальпияси* дейилади ва ΔH_{298}^0 ёки фақат юқориги индекс билан ΔH^0 каби белгиланади.

Юқорида айтилганларга мувофиқ, стандарт шароитда тегишли оддий моддалардан водород хлорид ҳосил бўлиш экзотермик реакциясининг ва азот (II)- оксид ҳосил бўлиш эндотермик реакциясининг термохимёвий тенгламалари қуйидагича ёзилади:



II. $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{г}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{г}) = \text{NO}(\text{г})$, $H_{298}^0 = 90,4$ кЖ/моль
(II) тенглама стандарт шароитда 0,5 моль газсимон водород билан 0,5 моль газсимон хлордан 1 моль газсимон водород хлорид ҳосил бўлишида 92,3 кЖ иссиқлик чиқишини, стандарт шароитда 0,5 моль газсимон азот билан 0,5 моль газсимон кислороддан 1 моль газсимон азот (II) -оксид ҳосил бўлишида эса 90,4 кЖ иссиқлик ютилишини билдиради. (I) тенгламаларда «моль» сўзи тушириб қолдирилган, чунки ΔH бир молга эмас, балки икки молга тегишлидир. Экзотермик реакциялар учун ΔH белгиси олдидаги

минус ишора реакция маҳсулотларида энергия запаси бошланғич моддалардагига нисбатан кам эканлигини билдиради. Эндотермик реакциялар учун ΔH қийматлари олдидаги плюс ишора реакция маҳсулотлари ташқи муҳитдан иссиқликни ютиб, ўз энергиясини бошланғич моддаларнинг энергиясига нисбатан қўпайтирганлигини билдиради.

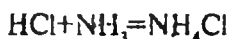
Равшанки, агар бирикиш реакциясида иссиқлик чиқса, унга тескари реакция — ажралиш реакциясида иссиқлик ютилади. Агар бирикиш реакцияси иссиқлик ютилиши билан борса, у ҳолда унга тескари — ажралиш реакцияси иссиқлик чиқиши билан боради. Масалан, биринчи мисолда 1 моль водород хлориднинг ҳосил бўлиш иссиқлиги $\Delta H_{298}^0 = 92,3 \text{ кЖ га}$, водород хлориднинг ажралиш иссиқлиги ΔH_{298}^0 эса — $92,3 \text{ кЖ га тенг}$; иккинчи мисолда 1 моль азот (II)- оксиднинг ҳосил бўлиш иссиқлиги $\Delta H_{298}^0 = 90,4 \text{ кЖ га}$, 1 моль шу азот (II)- оксиднинг ажралиш иссиқлиги ΔH_{298}^0 эса — $90,4 \text{ кЖ га тенг}$.

Мақтаб кимё дарсликларида ва қўпчилик ўқув қўлланимларда реакцияларнинг иссиқлик эффектлари Q орқали белгиланади ва агар иссиқлик чиқадиغان бўлса мусбат, агар иссиқлик ютиладиган бўлса манфий ҳисобланади. Равшанки $\Delta H = -Q$. Иссиқлик эффектларининг биз келтирган белгиланишига риоя қилиш лозим, чунки у термодинамика билан бир хилда бўлиши учун шундай белгиланган.

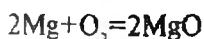
Кимёвий реакцияларнинг иссиқлик эффекти махсус асбоблар — *калориметрлар* ёрдамида ўлчанади. Уларнинг тузилиши физика ва физикавий кимё курсларида баён қилинади.

2. Бошланғич ва охири моддалар сонининг ўзгаришига қараб реакциялар қуйидаги турларга бўлинади: бирикиш, ажралиш, ўрин олиш ва алмашилиш реакциялари.

Реакция натижасида иккита ёки бир неча моддалардан битта янги модда ҳосил бўладиган реакциялар *бирикиш реакциялари* дейилади. Масалан, водород хлориднинг аммиак билан ўзаро таъсири:



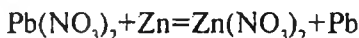
ёки оддий моддалардан магний оксиднинг ҳосил бўлиши:



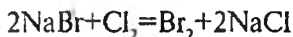
Реакция натижасида битта моддадан бир неча янги моддалар ҳосил бўлса, бундай реакциялар *ажралиш реакциялари* дейилади. Масалан, водород йодиднинг ажралиши: $2\text{HJ}=\text{H}_2+\text{J}_2$ ёки калий перманганатнинг ажралиши:



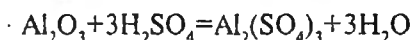
Оддий ва мураккаб моддалар ўзаро таъсирлашиб, натижада оддий модда атомлари мураккаб модда элементларидан бирининг ўрнини олса, бундай реакциялар *ўрин олиш реакциялари* дейилади. Масалан, қўрғошин (II)- нитратда қўрғошиннинг ўрнини рух олиши:



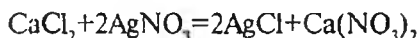
ёки хлорнинг бромни сиқиб чиқариши:



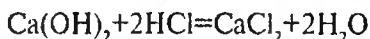
Иккита модда ўзининг таркибий қисмлари билан алмашилиб, иккита янги модда ҳосил қиладиган реакциялар *алмашилиш реакциялари* дейилади. Масалан, алюминий оксиднинг сульфат кислота билан ўзаро таъсири:



ёки кальций хлориднинг кумуш нитрат билан ўзаро таъсири:



ёки асоснинг кислота билан ўзаро таъсири:



3. Қайтарлик аломатига кўра реакциялар қайтар ва қайтмас реакцияларга бўлинади (4.5- § га қ.).

4. Реакцияга киришадиган моддалар таркибига кирувчи атомларнинг оксидланиш даражасининг ўзгаришига қараб атомларнинг оксидланиш даражаси ўзгармайдиган реакциялар ва оксидланиш-қайтарилиш реакциялари (атомларнинг оксидланиш даражаси ўзгарадиган) бўлади. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари ҳақида 7.1- § га қ.

1.9- §. Моддалар массасининг сақланиш қонуни

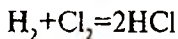
Атом-молекуляр таълимот асосида кимёнинг асосий қонунларини: моддалар массасининг сақланиш қонуни, таркибнинг доимийлик қонуни, ҳажмий нисбатлар қонуни ва Авогадро қонунини кўриб чиқамиз. Бу қонунлар атом-молекуляр таълимотни — янги кимёнинг асосини* тасдиқлайди. Атом-молекуляр таълимот, ўз навбатида, кимёнинг асосий қонунларини тушунтириб берди.

Моддалар массасининг сақланиш қонунини дастлаб 1748 йилда М. В. Ломоносов таърифлаб берган. Кейинчалик (1756 йилда) у бу қонунни тажрибада асослаб берди. Қонуннинг ҳозирги таърифи қуйидагича:

Кимёвий реакцияга киришадиган моддаларнинг массаси реакция натижасида ҳосил бўладиган моддаларнинг массасига тенг.

Ломоносовдан кейин мустақил равишда бу қонунни 1789 йилда француз кимёгари Лавуазье ҳам таърифлаб берди. У ҳам металлларнинг оксидланишига доир кўп реакцияларни ўрганиб, қонунни тажрибада исботлади.

Моддалар массасининг сақланиш қонунини атом-молекуляр таълимот нуқтаи назаридан шундай изоҳлаш мумкин: кимёвий реакцияларда атомлар йўқолмайди ва йўқдан вужудга келиши мумкин эмас; реакциягача ва реакциядан кейин атомларнинг умумий сони ўзгармаслигича қолади. Масалан, водород билан хлорнинг икки атомли молекулари ўзаро таъсир эттирилганда шунча HCl молекуласи ҳосил бўлиши керакки, водород билан хлор атомларининг сони иккига тенг бўлсин, яъни икки молекула HCl ҳосил бўлиши керак:



Атомларнинг массаси ўзгармаганлиги сабабли моддаларнинг реакциягача ва реакциядан кейин массалари ҳам ўзгармайди.

* Янги кимё М. В. Ломоносов ишларидан — моддалар массасининг сақланиш қонунининг кашф этилиши, ривожлантирилиши ва кимёда атом-молекуляр таълимотнинг татбиқ этилишидан бошланган, ҳ о з и р г и кимё эса — даврий қонун ва Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системасининг кашф этилишидан бошланган.

Моддалар массасининг сақланиш қонуни М. В. Ломоносов энергиянинг (ҳаракат миқдорининг) сақланиш қонуни билан боғлади. У бу қонунларни биргаликда, т а б и а т н и н г у м у м и й қ о н у н и сифатида қаради ва 1748 йилда қуйидагича таърифлади: «Табиатдаги барча ўзгаришларнинг моҳияти шундан иборатки, бир жисмдан қанча олинса, бошқасига шунча қўшилади. Масалан, агар қаердадир материя бир оз камайса, бошқа жойда қўпаяди. Бу умумий табиий қонун ҳаракат қондаларига ҳам тааллуқлидир: ўз кучи билан бошқа жисмни ҳаракатлантираётган жисм ҳаракат олаётган жисмга қанча куч берса, ўзидан шунча куч йўқотади».

Шундай қилиб, моддалар массасининг сақланиш ва энергиянинг сақланиш қонунлари — булар табиатнинг ягона қонунининг — материя ва унинг ҳаракатининг абадийлик қонунининг икки томонидир..

Ломоносовнинг фикрларини ҳозирги фан тасдиқлади. Масса билан энергия орасидаги ўзаро боғлиқлик (у физика курсида кўриб чиқилади) Эйнштейн тенгламаси билан ифодаланади:

$$E=mc^2 \quad (1.4)$$

бунда E — энергия, m — масса, c — ёруғликнинг вакуумдаги тезлиги.

Моддалар массасининг сақланиш қонуни кимёвий реакцияларнинг тенгламаларини тузиш учун моддий асос беради. Унга асосланиб, кимёвий тенгламалар бўйича ҳисоблашлар ўтказиш мумкин (1.12- § га қ.).

1.10- §. Модда таркибининг доимийлик қонуни

Таркибнинг доимийлик қонуни кимёнинг асосий қонунлари қаторига киради:

ҳар қандай тоза модда олиниш усулидан қатъи назар ўзгармас сифат ва миқдорий таркибга эга бўлади.

Масалан, углерод (IV)- оксид (карбонат ангидрид) CO_2 нинг таркибини кўриб чиқамиз. У углерод билан кислороддан таркиб топган (сифат таркиби). CO_2 да углероднинг миқдори 27,27%, кислородники — 72,73% (миқдорий таркиби). Карбонат ангидридни кўп хил усуллар: углерод билан кислороддан; углерод (II)- оксид билан кислороддан синтез

қилиш, карбонатларга кислоталар таъсир эттириш ва бошқа усуллар билан олиш мумкин. Барча ҳолларда тоза угле-
род (IV)- оксид олиниш усулидан қатъи назар, юқорида кел-
тирилган таркибга эга бўлади.

Атом-молекуляр таълимот таркибнинг доимийлик қо-
нунини тушунтиришга имкон беради. Атомларнинг массаси
ўзгармас бўлганлиги сабабли модданинг масса таркиби ҳам
умуман ўзгармас бўлади.

Таркибнинг доимийлик қонунини дастлаб француз кимёгар
олими Ж. Пруст 1808 йилда таърифлаб берди. У «Ернинг бир
қутбидан бошқа қутбигача бўлган жойдаги бирикмаларнинг
таркиби бир хил ва хоссалари ҳам бир хил бўлади. Жанубий ярим
шардаги темир оксид билан Шимолий ярим шардаги темир оксид
орасида ҳеч қандай фарқ йўқ. Сибирдаги малахитнинг таркиби
Испаниядаги малахитнинг таркиби билан бир хил. Бугун дунёда
фақат бир хил киноварь бор», — деб ёзган эди.

Қонуннинг бу таърифида юқорида келтирилган таърифида-
ги каби олиниш усулидан ва қасрда бўлишидан қатъи назар
бирикманинг таркиби ўзгармас бўлиши таъкидланали.

Кимёнинг ривожланиши шуни кўрсатдики, *ўзгармас таркибли бирикмалар* билан бир қаторда *ўзгарувчан таркибли бирикмалар* ҳам бўлар экан. Н. С. Курнаковнинг таклифига кўра ўзгармас таркибли бирикмалар *дальтонидлар* (инглиз кимёгари ва физиги Дальтоннинг хотирасига), ўзгарувчан таркиблилари — *бертоллидлар* (шундай бирикмалар борлигини олдиндан айтган француз кимёгари Бертолие хотирасига) деб аталали. Дальтонидларнинг таркиби бутун сонли стехиометрик индекслари бор оддий формулалар билан ифодаланали, масалан H_2O , HJ , CCl_4 , CO_2 . Бертоллидларнинг таркиби ўзгариб туради ва стехиометрик нисбатларга мувофиқ келмайди. Масалан, уран (VI)- оксиднинг таркиби одатда UO_3 формула билан ифодаланали. Ҳақиқатда эса унинг таркиби $UO_{2.5}$ дан UO_3 гача бўлади. Олиниш шароитига қараб ванадий (II)- оксиднинг таркиби $VO_{0.9}$ дан $VO_{1.3}$ гача бўлиши мумкин. Цирконий азот билан ўзаро таъсир эггирилганда цирконий нитрит ҳосил бўлади. ZrN таркибли бирикмалар ташқари $ZrN_{0.39}$, $ZrN_{0.69}$, $ZrN_{0.74}$ ва $ZrN_{0.89}$ нитридлар ҳам бўлади. Бертоллидлар оксидлар, гидридлар, сульфидлар, нитридлар, карбидлар (углеродли бирикмалар), силицидлар (кремнийли бирикмалар) ва кристалл струк-

турага эга бўлган бошқа анорганик бирикмалар орасида учрайди.

Ўзгарувчан таркибли бирикмалар борлиги муносабати билан таркибнинг доимийлик қонунининг ҳозирги таърифига аниқлик киритиш керак бўлади.

Молекуляр структурали, яъни молекулалардан тузилган бирикмаларнинг таркиби, олинниш усулидан қатъи назар ўзгармас бўлади. Номолекуляр структурали (атомли, ионли ва металл панжарали) бирикмаларнинг таркиби эса ўзгармас бўлмайди ва олинниш шароитларига боғлиқ бўлади.

Масалан, ванадий (II)- оксиднинг таркиби температурага ва синтезда ишлатиладиган кислороднинг босимиغا боғлиқ бўлади. Элементларнинг изотоп таркибини ҳам ҳисобга олиш керак: масалан, одатдаги сувда 11,19%, оғир сувда эса — 20% водород бўлади (8.4-§ га қ.).

1.11- §. Газ қонунлари. Авогадро қонуни. Газнинг моляр ҳажми

Газлар текшириш учун энг оддий объект бўлганлиги сабабли, уларнинг хоссалари ва газсимон моддалар орасидаги реакциялар энг тўлиқ ўрганилган.

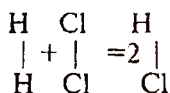
Француз олими Ж. Л. Гей-Люссак *ҳажмий нисбатлар қонунини* аниқлади:

реакцияга киришаётган газларнинг ҳажмлари бир хил шароитда (температура ва босимда) бир-бирига оддий бутун сонлар нисбатида бўлади.

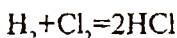
Масалан, 1 л хлор 1 л водород билан бирикиб, 2 л водород хлорид ҳосил қилади; 2 л олтингугурт (IV)- оксид 1 л кислород билан бирикиб, 2 л олтингугурт (VI)- оксид ҳосил қилади.

Бу қонун итальян олими А. Авогадрога оддий газларнинг (водород, кислород, азот, хлор ва бошқалар) молекулалари иккита бир хил атомлардан таркиб топган, деб тахмин қилишга имкон берди. Водород билан хлорнинг бирикишида уларнинг молекулалари атомларга ажралади ва бу атомлар водород хлорид молекулаларини ҳосил қилади. Лекин водороднинг битта молекуласи билан хлорнинг битта молекуласидан икки молекула водород хлорид ҳосил бўлгани

учун унинг ҳажми бошланғич газлар ҳажмларининг йигиндисига тенг бўлиши керак, яъни



ёки



Шундай қилиб, агар оддий газларнинг молекулалари икки атомли бўлади (H_2 , Cl_2 , O_2 , N_2 ва бошқалар), деган тасаввурга асослансак, ҳажмий нисбатларни осон тушунтириш мумкин. Бу эса, ўз навбатида, шу моддалар молекулаларининг икки атомли эканлигининг исботи бўлади.

Газларнинг хоссаларини ўрганиш А. Авогадрога гипотеза айтишга имкон берди, кейинчалик бу гипотеза тажриба маълумотлари билан тасдиқланди ва шу сабабли *Авогадро қонуни* деб атала бошланди:

бир хил шароитда (температура ва босимда) турли газларнинг тенг ҳажмларида молекулалар сони бир хил бўлади.

Авогадро қонунидан муҳим хулоса келиб чиқади: бир хил шароитда исталган газнинг 1 моли бир хил ҳажмни эгаллайди. Агар 1 л газнинг массаси маълум бўлса, бу ҳажмни ҳисоблаб топиш мумкин. Нормал шароитда, яъни 273 °K (0°C) температура ва 101 325 Па босимда 1 л водороднинг массаси 0,09 г га, унинг моляр массаси $1,008 \cdot 2 = 2,016$ г/моль га тенг. У ҳолда 1 моль водород эгаллаган ҳажм қуйидагига тенг бўлади:

$$\frac{2,016 \text{ г/моль}}{0,09 \text{ г/моль}} = 22,4 \text{ л/моль}$$

Худди ўша шароитда 1 л кислороднинг массаси 1,429 г; моляр массаси 32 г/моль. У ҳолда ҳажми қуйидагига тенг:

$$\frac{32 \text{ г/моль}}{1,429 \text{ г/л}} = 22,4 \text{ л/моль}$$

Демак,

нормал шароитда турли газларнинг 1 моли 22,4 л га тенг ҳажмни эгаллайди. Бу ҳажм газнинг моляр ҳажми* дейилади.

Газнинг моляр ҳажми — бу модда ҳажмининг шу модданинг миқдорига нисбатидир:

$$V_m = \frac{V}{n}, \quad (1.5)$$

бунда V_m — газнинг моляр ҳажми (ўлчам бирлиги м³/моль ёки л/моль). V — системадаги модданинг ҳажми; n — системадаги модданинг миқдори. Ёзувга мисол: газнинг V_m (н.ш.) $\approx 22,4$ л/моль.

1860 йилда кимёгарларнинг Карлсруэдаги халқаро съездида Авогадро таълимоти умум томонидан эътироф этилди. Съезд атом-молекуляр таълимотнинг ривожланишига кучли туртки бўлди. Лекин бу таълим Д. И. Менделеев кимёвий элементларнинг даврий қонунини кашф этгандан кейин, айниқса тез ривожланди.

Авогадро қонуни асосида газсимон моддаларнинг моляр массалари аниқланади. Газ молекулаларининг массаси қанча катта бўлса, бир хил ҳажмдаги газнинг массаси шунча катта бўлади. Газларнинг тенг ҳажмларида бир хил шароитда молекулалар сони, бинобарин, газларнинг моллар сони бир хил бўлади. Газларнинг тенг ҳажмлари массаларининг нисбати уларнинг моляр массаларининг нисбатига тенг:

$$m_1 : m_2 = M_1 : M_2 \quad (1.6)$$

бунда m_1 — биринчи газ муайян ҳажмининг массаси, m_2 — иккинчи газ худди шундай ҳажмининг массаси, M_1 ва M_2 — биринчи ва иккинчи газнинг моляр массалари.

Бир газ муайян ҳажми массасининг худди шундай ҳажмдаги иккинчи газ (ўша шароитларда олинган) массасига нисбати биринчи газнинг иккинчи газга нисбаган зичлиги дейилади (D ҳарфи билан белгиланади):

$$\frac{M_1}{M_2} = D, \text{ бундан } M_1 = M_2 D \quad (1.7)$$

Одатда, газнинг зичлиги энг енгил газ — водородга нисбатан аниқланади (D_{H_2} билан белгиланади). Водород-

* Аниқ қиймати $22,4135 \pm 0,0006$ л/моль.

нинг моляр массаси 2,016 г/молга ёки тақрибан 2 г/молга тенг. Шу сабабли қуйидагини оламиз:

$$M=2 D_{H_2} \quad (1.8)$$

Модданинг газ ҳолатидаги молекуляр массаси унинг водород бўйича зичлигининг иккига кўпайтирилганига тенг.

Кўпинча газнинг зичлиги ҳавога нисбатан аниқланади. Ҳаво газлар аралашмаси бўлса ҳам ҳар ҳолда унинг ўртача молекуляр массаси бор, дейилади. Бу масса 29 г/молга тенг*. Бу ҳолда моляр масса ушбу ифодадан аниқланади:

$$M=2D_x \quad (1.9)$$

Молекуляр массаларни аниқлаш шунинг кўрсатдики, оддий газларнинг молекулалари икки атомдан (H_2 , F_2 , Cl_2 , O_2 , N_2), нодир газларнинг молекулалари эса — бир атомдан таркиб топган (He , Ne , Ar , Kr , Xe , Rn). Нодир газлар учун «молекула» ва «атом» тушунчалари тенг қимматлидир. Лекин айрим бошқа оддий моддаларнинг молекулалари уч ва ундан кўп атомлардан таркиб топган, масалан озон O_3 , фосфор P_4 молекулалари, ўртача температурада олтингугурт буғлари S_8 .

Авогадро қонуни асосида турли ҳисоблашлар ўтказилади — газларнинг нормал шароитдаги ҳажми, массаси, зичлиги, газсимон моддаларнинг моляр массаси, шунингдек, газларнинг нисбий зичлиги ҳисоблаб топилади (1.12-§ га қ.).

Газсимон моддалар билан боғлиқ ҳисоблашга доир кимёвий масалаларни ечиш учун кўпинча мактаб физика курсида ўрганиладиган газ қонунларидан фойдаланишга тўғри келади. Уларни бу ерда батафсил кўриб ўтирмай, таърифларини ва ҳисоблашлар учун зарурий формулаларни келтириш билан кифояланамиз.

* Агар ҳавонинг тахминан 4 ҳажм азот (моляр массаси 28 г/моль) ва 1 ҳажм кислороддан (моляр массаси 32 г/моль), яъни $4N_2+O_2$ дан таркиб топганлиги ҳисобга олинса, унинг ўртача моляр массасини ҳисоблаб топиш мумкин. Бунда қуйидагича иш юритилади: $M_r = \frac{4 \cdot 28 + 1 \cdot 32}{4+1} = 28,8$ г/моль (яхлитлангани 29 г/моль).

Бойл-Мариотт қонуни: берилган миқдордаги газнинг ўзгармас температурадаги ҳажми шу газнинг босимига тескари пропорционалдир.

Бундан

$$pV = \text{const}, \quad (1.10)$$

бу ерда p — босим, V — газнинг ҳажми.

Гей-Люссак қонуни: ўзгармас босимда газ ҳажмининг ўзгариши температурага тўғри пропорционал, яъни

$$VT = \text{const} \quad (1.11)$$

бу ерда T — температура, K (Кельвин) ҳисобида.

Бойл-Мариотт билан Гей-Люссакнинг бирлашган газ қонуни:

$$pV/T = \text{const} \quad (1.12)$$

Бу формула одатда газнинг бирор бошқа шароитдаги ҳажми маълум бўлганда унинг берилган шароитдаги ҳажмини ҳисоблаб топиш учун ишлатилади. Агар нормал шароитдан бошқа шароитга (ёки нормал шароитга) ўтиладиган бўлса, у ҳолда бу формула қуйидагича ёзилади:

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0V_0}{T_0} \quad (1.13)$$

бу ерда p_0 , V_0 , T_0 — газнинг босими, ҳажми ва нормал шароитдаги ($p_0 = 101\,325$ Па, $T_0 = 273$ К) температура.

Агар газнинг массаси ёки миқдори маълум бўлиб, унинг ҳажмини ҳисоблаб топиш зарур бўлса, у ҳолда *Менделеев-Клапейрон тенгламасидан* фойдаланилади:

$$pV = nRT \quad (1.14)$$

$$nV = \frac{m}{M} RT \quad (1.15)$$

бу ерда n — газнинг мольлар сони, m — массаси (г), M — газнинг моляр массаси (г/моль), R — универсал газ доимийси. $R = 8,31$ Ж (моль К)*.

Кимёдан ҳисоблашга доир масалаларни ечиш учун газ қонунларидан фойдаланиш 1.12- § да кўриб чиқилган.

* Бу қийматдан агар босим Па да, ҳажм эса м³ да ёки тегшишличи кПа ва л да ўлчанган бўлсагина фойдаланилади.

1.12- §. Намунавий масалалар ечиш Моль. Моляр масса

1- масала. 176 г массали олтингугуртда атом ҳолидаги олтингугурт моддасидан қанча миқдорда борлигини аниқланг.

Ечиш. Олтингугуртнинг нисбий атом массаси, $A_r(s)=32^*$. Атомар олтингугуртнинг моляр массаси 32 г/мольга тенг. Демак, 176 г да қуйидаги миқдорда атомар олтингугурт бор:

$$\frac{176}{32} \text{ моль} = 5,5 \text{ моль.}$$

2- масала. 40 г CaCO_3 да неча моль кальций карбонат борлигини ҳисоблаб топинг.

Ечиш. CaCO_3 нинг нисбий молекуляр массаси $M_r(\text{CaCO}_3)=40+12+3\cdot16=100$, яъни кальций карбонатнинг моляр массаси 100 г/молни ташкил этади. Демак, 40 г да қуйидаги миқдорда CaCO_3 бўлади:

$$\frac{40}{100} \text{ моль} = 0,4 \text{ моль.}$$

3- масала. 15 моль калий нитратнинг массасини аниқланг.

Ечиш. Калий нитратнинг моляр массаси 101 г/молга тенг. (1.1) формулага мувофиқ 15 моль KNO_3 нинг массаси $15\cdot101 \text{ г}=1515 \text{ г}$ бўлади:

4- масала. Кумушнинг нисбий атом массаси 108 га тенг. Бир атом кумушнинг граммлар ҳисобидаги массасини аниқланг.

Ечиш. Кумуш атомларининг моляр массаси сон жиҳатдан нисбий атом массасига тенг бўлганлиги сабабли у 108 г/молга тенг. 1 моль кумушда $6,02\cdot10^{23}$ атом борлигини билган ҳолда бир атомнинг массасини топамиз:

$$\frac{108}{6,02\cdot10^{23}} \text{ г} = 1,79\cdot10^{-22} \text{ г.}$$

5- масала. 6,8 г водород сульфидда неча молекула бор? Битта H_2S молекуласининг массасини ҳисоблаб топинг.

* Бу ерда ва бундан кейин масалалар ечишда махсус айтиб ўтилмаган бўлса, нисбий атом массаларнинг яхлитланган қийматларидан фойдаланилади.

Ечиш. H_2S нинг моляр массаси 34 г/молга тенг. 6,8 г даги водород сульфиднинг моллар сонини аниқлаймиз:

$$\frac{6,8}{34} \text{ моль} = 0,2 \text{ моль}$$

Исталган модданинг 1 молида $6,02 \cdot 10^{23}$ структура бирликлар бўлишини билган ҳолда 0,2 моль водород сульфиддаги молекулалар сонини топамиз:

$$0,2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,204 \cdot 10^{23} \text{ молекула}$$

Водород сульфид битта молекуласининг массасини аниқлаймиз:

$$\frac{34}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ г} = 5,65 \cdot 10^{-23} \text{ г}$$

Кимёвий формулалар ва улар асосидаги ҳисоблашлар

1- масала. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг III давр I — V группа элементларининг селен билан ҳосил қилган бирикмаларининг формулаларини ёзинг. Селен бирикмаларда икки валентли бўлади.

Ечиш. III давр I — V группалардаги элементларнинг символларини ёзиб, улар учун энг хос бўлган валентликларни қавс ичида кўрсатамиз: Na (I), Mg (II), Al (III), Si (IV), P (V). Элементларнинг бу валентликларини ҳисобга олиб, селенидларнинг формулаларини ёзамиз: Na_2Se , MgSe , Al_2Se_3 , SiSe_2 , P_2Se_5 .

2- масала. Марганец (IV) ва марганец (VII)- оксидлардаги марганецнинг масса улушини аниқланг.

Ечиш. Марганецнинг модяр массаси 55 г/молга, марганец (IV) оксидники — 87 га, марганец (VII)- оксидники — 222 г/молга тенг.

1 моль MnO_2 да 1 моль Mn, яъни 1 моль $\cdot$ 87 г/моль = 87 г.

MnO_2 да 1 моль $\cdot$ 55 г/моль = 55 г Mn бўлади.

100 г MnO_2 да — x г Mn

87 г MnO_2 да — 55 г Mn

Пропорция тузамиз: $87 : 55 = 100 : x$; бу пропорцияни ечиб,

марганец (IV)- оксиддаги марганецнинг масса улушини топамиз:

$$x = \frac{100 \cdot 55}{87} \text{ г} = 63,2 \text{ г}$$

Марганецнинг MnO_2 даги масса улуши 63,2%.

Худди шу йўл билан марганецнинг Mn_2O_7 оксиддаги масса улушини аниқлаймиз. $1 \cdot 222 \text{ г } \text{Mn}_2\text{O}_7$ да $2 \cdot 55 \text{ г} = 110 \text{ г } \text{Mn}$ бор.

$$\begin{array}{l} 222 \text{ г } \text{Mn}_2\text{O}_7 \text{ да — } 110 \text{ г } \text{Mn} \\ 100 \text{ г } \text{Mn}_2\text{O}_7 \text{ да — } y \text{ г } \text{Mn} \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $222 : 110 = 100 : y$, бундан

$$y = \frac{100 \cdot 110}{222} \text{ г} = 49,5 \text{ г},$$

яъни Mn_2O_7 даги марганецнинг масса улуши 49,5%.

3- масала. Таркибида 40% мишьяк (III)- оксид ва 60% мишьяк (V)- оксид бор 200 г аралашмадан неча грамм мишьяк олиш мумкин?

Ечиш. Аралашмадаги As_2O_3 ва As_2O_5 нинг массасини аниқлаймиз:

$$\frac{200 \cdot 40}{100} \text{ г} = 80 \text{ г } \text{As}_2\text{O}_3 \text{ ва } \frac{200 \cdot 60}{100} \text{ г} = 120 \text{ г } \text{As}_2\text{O}_5.$$

Бу оксидларнинг ҳар биридаги мишьякнинг массасини топамиз. Мишьякнинг моляр массаси 75 г/моль, As_2O_3 198 г/моль, As_2O_5 230 г/моль; $1 \cdot 198 \text{ г} = 198 \text{ г } \text{As}_2\text{O}_3$ да $2 \cdot 75 \text{ г} = 150 \text{ г } \text{As}$ бўлади:

$$\begin{array}{l} 198 \text{ г } \text{As}_2\text{O}_3 \text{ да — } 150 \text{ г } \text{As} \\ 80 \text{ г } \text{As}_2\text{O}_3 \text{ да — } x \text{ г } \text{As} \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $198 : 150 = 80 : x$, бундан

$$x = \frac{80 \cdot 150}{198} \text{ г} = 60,6 \text{ г}$$

яъни мишьяк (III)- оксиддан 60,6 г мишьяк олиш мумкин. $1 \cdot 230 \text{ г} = 230 \text{ г } \text{As}_2\text{O}_5$ да $2 \cdot 75 \text{ г} = 150 \text{ г } \text{As}$ бўлади:

$$\begin{array}{l} 230 \text{ г } \text{As}_2\text{O}_5 \text{ да — } 150 \text{ г } \text{As} \\ 120 \text{ г } \text{As}_2\text{O}_5 \text{ да — } y \text{ г } \text{As} \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $230 : 150 = 120 : y$

$$y = \frac{120 \cdot 150}{230} \text{ г} = 78,3 \text{ г},$$

яъни мишьяк (V)- оксиддан 78,3 г мишьяк олиш мумкин. Шундай қилиб, оксидларнинг 200 г аралашмасидан $60,6 + 78,3 = 138,9$ г мишьяк олиш мумкин.

Анализ натижаларидан модданинг формуласини топиш

1- масала. Таркибида 40% кальций, 12% углерод ва 48% кислород бор модданинг формуласини аниқланг.

Ечиш. 1 моль моддадаги атомар кальцийнинг моллар сонини x орқали, углеродникини y орқали, кислородникини z орқали белгилаймиз. Модданинг формуласи $\text{Ca}_x\text{C}_y\text{O}_z$ бўлади. Шу модданинг 100 грамида 40 г Ca, 12 г C ва 48 г O бўлади. Атомларнинг моляр массаси қуйидагига тенг: кальцийники 40 г/моль, углеродники 12 г/моль, кислородники 16 г/моль. Агар ҳамма элементларнинг массаларини улар атомларининг моляр массаларига бўлсак, у ҳолда бирикмадаги атомлар моллар сонининг нисбатини оламиз:

$$x : y : z = \frac{40}{40} : \frac{12}{12} : \frac{48}{16} = 1 : 1 : 3$$

Бирикманинг формуласи CaCO_3 .

2-масала. Модда таркибида 20% водород ва 80% углерод бор. Агар унинг моляр массаси 30 г/молга тенг бўлса, шу модданинг формуласини аниқланг.

Ечиш. Модданинг формуласини C_xH_y тарзида тасаввур қиламиз, бунда x ва y — 1 моль моддадаги атомар C ва H ларнинг моллар сони. Моляр массалар қуйидагига тенг: углеродники 12 г/моль, водородники 1 г/моль. 100 г C_xH_y да 80 г C ва 20 г H бўлади, x билан y нинг нисбатини топамиз:

$$x : y = \frac{80}{12} : \frac{20}{1} = \frac{20}{3} : 20$$

$20/3$ ни бир деб қабул қилсак, $x : y = 1 : 3$ бўлади, бундан

$$y = 3x \quad (a)$$

Бирикманинг моляр массаси 30 г/молга тенглигини билган ҳолда қуйидагича ёзиш мумкин:

$$12x+y=30 \quad (6)$$

(а) ва (б) тенгламалар системасидан $x=2$, $y=6$ эканлигини топамиз. Демак, бирикманинг формуласи C_2H_6 .

3- масала. Олтингугуртнинг водород билан бирикмаси тулиқ ёндирилганда 3,6 сув ва 12,8 г олтингугурт (IV)- оксид олинди. Дастлабки бирикманинг формуласини аниқланг.

Ечиш. Бирикманинг формуласини H_xS_y тарзида тасаввур қиламиз, бунда x — 1 моль моддадаги H атомларининг моллар сони, y — олтингугурт атомларининг моллар сони. Масалани ечиш учун моляр массаларни аниқлаймиз: сувники 18 г/моль, олтингугурт (IV)- оксидники 64 г/моль, H атомлариники 1 г/моль, олтингугурт атомлариники 32 г/моль. Ёниш маҳсулотларининг формулалари ва моляр массалар асосида $2 \cdot 1$ г=2 г H дан $1 \cdot 18$ г=18 г H_2O олиниши мумкинлигини топамиз:

$$\begin{aligned} 18 \text{ г } H_2O &- 2 \text{ г } H \\ 3,6 \text{ г } H_2O &- x \text{ г } H \end{aligned}$$

Пропорция тузамиз: $18 : 2 = 3,6 : x$, бундан

$$x = \frac{3,6 \cdot 2}{18} \text{ г} = 0,4 \text{ г}$$

Худди шунга ўхшаш, $1 \cdot 32$ г=32 г S дан $1 \cdot 64$ г=64 г SO_2 олиш мумкин:

$$\begin{aligned} 64 \text{ г } SO_2 &- 32 \text{ г } S \\ 12,8 \text{ г } SO_2 &- y \text{ г } S \end{aligned}$$

Пропорция тузамиз: $64 : 32 = 12,8 : y$, бундан

$$y = \frac{12,8 \cdot 32}{64} \text{ г} = 6,4 \text{ г}$$

Шундай қилиб, бошлангич бирикма таркибида 0,4 г водород билан 6,4 г олтингугурт бўлган. Водород билан олтингугуртнинг массаларини улар атомларининг моляр массаларига бўлиб, H ва S атомлари моллар сонининг нисбатини оламиз:

$$x : y = \frac{0,4}{1} : \frac{6,4}{32} = 0,4 : 0,2 = 2 : 1$$

Бошлангич бирикманинг формуласи H_2S .

Газ қонунлари. Газнинг моляр ҳажми

1-масала. 5 л аммиакнинг нормал шароитдаги массасини аниқланг. Шу ҳажмда неча моль газ бор?

Ечиш. Аммиакнинг моляр массаси 17 г/моль га тенг. 1 моль $\cdot$ 17 г/моль = 17 г NH_3 нормал шароитда 1 моль $\times$ 22,4 л/моль = 22,4 л ҳажмни эгаллайди:

$$\begin{array}{l} 17 \text{ г } \text{NH}_3 \text{ — } 22,4 \text{ л} \\ x \text{ г } \text{NH}_3 \text{ — } 5 \text{ л} \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $17 : 22,4 = x : 5$, бундан

$$x = \frac{17 \cdot 5}{22,4} \text{ г} = 3,8 \text{ г}$$

Аммиак моддасининг миқдорини топиш учун унинг массасини моляр массага бўлиш керак:

$$\frac{3,8}{17} \text{ моль} = 0,22 \text{ моль}$$

ёки ҳажминини моляр ҳажмга бўлиш лозим:

$$\frac{5}{22,4} \text{ моль} = 0,22 \text{ моль}$$

2- масала. 20 г аммиак бор. Газнинг нормал шароитдаги ҳажмини аниқланг.

Ечиш. Аммиакнинг моляр массаси 17 г/моль га тенг. 20 г да $\frac{20}{17}$ моль = 1,18 моль бор. 1 моль газ нормал шароитда $1 \cdot 22,4 \text{ л} = 22,4 \text{ л}$ ҳажмни эгаллайди:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ моль — } 22,4 \text{ л} \\ 1,18 \text{ моль — } x \text{ л} \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $1 : 22,4 = 1,18 : x$, бундан

$$x = 1,18 \cdot 22,4 \text{ л} = 26,4 \text{ л}$$

3- масала. Сигими 50 л бўлган баллонга углерод (IV)-оксид тўлдирилган. Баллондаги газнинг босими $1,27 \cdot 10^7$ Па, температураси 22°C . Газнинг массасини ва моллар сонини аниқланг.

И- ечим. Масалани Менделеев-Клапейрон тенгламасидан (1,14) фойдаланиб ечиш мумкин. $R=8,31 \text{ Ж/моль} \times \text{К}$ қийматдан фойдаланилганда босим паскалларда (Па), ҳажм эса м^3 да (ёки тегишлича кПа ва л да) ифодаланиши керак. Бизнинг мисолимизда $T=(273+22) \text{ К} = 295 \text{ К}$.

$V=0,05 \text{ м}^3$. Буни эътиборга олиб, газнинг моллар сонини топамиз:

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{273 \cdot 1,27 \cdot 10^7 \cdot 50}{8,31 \cdot 295} \text{ моль} = 259,0 \text{ моль}.$$

Углерод (IV)- оксид CO_2 нинг моляр массаси 44 г/моль га тенг, бундан газнинг массаси $259 \cdot 44 \text{ г} = 11396 \text{ г} \approx 11,4 \text{ кг}$ бўлади.

2- *ечим*. Газнинг массаси билан моллар сонини (1.13) тенглама ёрдамида топиш мумкин. Дастлаб углерод (IV)- оксид нормал шароитда эгаллаши мумкин бўлган ҳажмни аниқлаймиз:

$$V_0 = \frac{T_0 p V}{T p_0} = \frac{273 \cdot 1,27 \cdot 10^7 \cdot 50}{295 \cdot 1,013 \cdot 10^5} \text{ л} = 5801 \text{ л}.$$

Сўнгра газнинг моллар сонини топамиз, 1 моль газ нормал шароитда 22,4 л=22,4 л ҳажмни эгаллайди:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ моль} - 22,4 \text{ л} \\ x \text{ моль} - 5801 \text{ л} \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $1 : 22,4 = x : 5801$, бундан

$$x = \frac{5801}{22,4} \text{ моль} = 259 \text{ моль}$$

CO_2 нинг моляр массаси 44 г/моль га тенглигини ҳисобга олиб, газнинг массасини топамиз: $259 \cdot 44 \text{ г} = 11396 \text{ г} \approx 11,4 \text{ кг}$.

4- *масала*. Агар 9,51 г газ нормал шароитда 3,0 л ҳажмни эгалласа, шу газнинг молекуляр массасини аниқланг.

Ечиш. 22,4 л газнинг нормал шароитдаги массасини аниқлаб, газнинг моляр массасини топамиз. 3,0 л газнинг массаси 9,51 г, у ҳолда

$$\begin{array}{l} 3,0 \text{ л газ} - 9,51 \text{ г} \\ 22,4 \text{ л газ} - x \text{ г} \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $3 : 9,51 = 22,4 : x$, бундан

$$x = \frac{22,4 \cdot 9,51}{3,0} = 71,0 \text{ г}$$

Демак, газнинг моляр массаси 71 г/молга, молекуляр массаси 71 га тенг.

5- масала. Газ 4 л сѳгимли идишда 420 кПа босимда турган эди. Шу газ ўша температурада 12 л сѳгимли идишга жойлаштирилди. Газнинг кейинги идишдаги босимини аниқланг.

Ечиш. Ўзгармас температурада $pV = \text{const}$ (Бойл-Мариотт қонунѳ). Газнинг ҳажми $12/4=3$ марта кўпайди, демак, босим 3 марта камаяди ва қуйидагича бўлади:

$$\frac{420}{3} \text{ кПа} = 140 \text{ кПа}$$

6- масала. Газнинг водород бўйича зичлиги 14 г/тенг. Шу газнинг ҳаво бўйича зичлигини аниқланг.

Ечиш. Водород бўйича зичлигини билган ҳолда (1.8) тенгламага мувофиқ газнинг моляр массасини топамиз:

$$M = 2 \cdot 14 \text{ г/моль} = 28 \text{ г/моль}.$$

Ҳавонинг моляр массаси яхлитланганда 29 г/моль га тенглиги сабабли газнинг ҳаво бўйича зичлиги қуйидагича бўлади:

$$D_x = \frac{28}{29} = 0,966$$

7- масала. Сув бугининг 25°C даги босими 3173 Па га тенг. Шу бугнинг 1 миллилитрида нечта молекула бўлади?

Ечиш. Буг — газ ҳолатидаги сув бўлганлиги учун унга газ қонунларини татбиқ этиш мумкин. Менделеев-Клапейрон тенгласидан (1.14) газнинг моллар сонини топамиз. ($T=273+25=298 \text{ К}$, $V=10^{-3}$ эканлигини эътиборга оламиз):

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{3173 \cdot 10^{-6}}{8,31 \cdot 298} \text{ моль} = 1,28 \cdot 10^{-6} \text{ моль}.$$

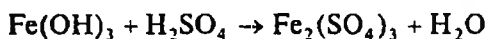
Исталган модданинг 1 молидаги молекулалар сонини (Авогадро доимийсини) билган ҳолда 1 мл бугдаги молекулалар сонини топамиз:

$$1,28 \cdot 10^{-6} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 7,71 \cdot 10^{17} \text{ молекула}.$$

Кимёвий тенгламалар ва улар асосидаги стехиометрик ҳисоблашлар

1- масала. Темир (III)- гидроксид сульфат кислота билан ўзаро таъсир эттирилганда темир (III)-сульфат билан сув ҳосил бўлади. Шу реакциянинг тенгласини ёзинг.

Ечиш. Бошланғич моддаларнинг формулалари — $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ва H_2SO_4 , реакция маҳсудотлариники — $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ва H_2O . Реакциянинг схемасини ёзамиз:



ва коэффициентлар танлаймиз. Кўриниб турибдики, тенгламанинг ўнг қисмида 1 моль темир (III)- сульфатда 2 моль темир бор. Чап қисмида ҳам шунча бўлиши керак, шу сабабли $\text{Fe}(\text{OH})_3$ олдида 2 коэффициентни қўямиз. Ўнг қисмида $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ да 3 та SO_4 группа бор, шу сабабли тенгламанинг чап қисмидаги сульфат кислота формуласи олдида 3 коэффициентни қўямиз. $2\text{Fe}(\text{OH})_3$ да 6 моль кислород атомлари ва 6 моль водород атомлари бор. Яна $3\text{H}_2\text{SO}_4$ да 6 моль водород атомлари бор, яъни ҳаммаси бўлиб чап қисмида 12 Н ва 6 О бор. Батамом тенглаштириш учун тенгламанинг ўнг қисмидаги сувнинг формуласи олдида 6 коэффициентни қўямиз. Тенгламанинг охириги кўриниши: $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$

2- масала. 40 г калий перманганат қиздирилганда неча моль ва неча грамм кислород олиш мумкин?

Ечиш. Реакция тенгламасини тузамиз:



Моляр массалар қуйидагига тенг: калий перманганатники 158 г/моль, кислородники 32 г/моль. 40 г KMnO_4 да қуйидагича моль бор:

$$\frac{40}{158} \text{ моль} = 0,253 \text{ моль}$$

Реакция тенгламасига кўра 2 моль KMnO_4 дан 1 моль O_2 олиш мумкин:

$$\begin{array}{l} 2 \text{ моль } \text{KMnO}_4 \text{ — } 1 \text{ моль } \text{O}_2 \\ 0,253 \text{ моль — } x \text{ моль } \text{O}_2 \end{array}$$

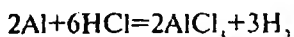
Пропорция тузамиз: $2 : 1 = 0,253 : x$ ва уни ечиб, қуйидагини оламиз:

$$x = \frac{0,253}{2} \text{ моль} = 0,127 \text{ моль.}$$

Олинган кислороднинг массаси $0,127 \cdot 32 \text{ г} = 4,06 \text{ г}$ бўлади.

3- масала. Нормал шароитда 10 г алюминий хлорид кислотада эритилганда ажралиб чиқадиған водороднинг ҳажмини аниқланг.

Ечиш. Реакциянинг тенгламасини тузамиз:



Алюминийнинг моляр массаси 27 г/моль га тенг. Реакция натижасида ажралиб чиқадиган ёки реакцияга киришадиган газнинг ҳажмини аниқлаш зарур бўлганда моляр массадан эмас, балки нормал шароитдаги моляр ҳажм қийматидан фойдаланилади.

Реакция тенгламасидан кўриниб турибдики, 2 моль Al дан 3 моль H_2 олинади. 2 моль $\cdot$ 27 г/моль = 54 г Al эриганида 3 моль $\cdot$ 22,4 л/моль = 67,2 л водород ажралиб чиқади:

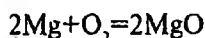
$$\begin{array}{l} 54 \text{ г Al} - 67,2 \text{ л} \\ 10 \text{ г Al} - x \text{ л} \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $54 : 67,2 = 10 : x$, бундан

$$x = \frac{10 \cdot 67,2}{54} \text{ л} = 12,4 \text{ л}$$

4- масала. Нормал шароитда 4,5 г магнийни ёндириш учун 1,5 л кислород етадими?

Ечиш. Реакция тенгламасини ёзамиз:



Магнийнинг моляр массаси 24 г/моль га, газнинг моляр ҳажми 22,4 л/моль га тенг. Реакция тенгламасидан кўриниб турибдики, 2 моль Mg ни ёндириш учун 1 моль O_2 керак. $2 \cdot 24 = 48$ г Mg ни ёндириш учун $1 \cdot 22,4 = 22,4$ O_2 керак, у ҳолда

$$\begin{array}{l} 48 \text{ г Mg} - 22,4 \text{ л O}_2 \\ 4,5 \text{ г Mg} - x \text{ л O}_2 \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $48 : 22,4 = 4,5 : x$ ва қуйидагини топамиз:

$$x = \frac{4,5 \cdot 22,4}{48} \text{ л} = 2,1 \text{ л}$$

Демак, 1,5 л O_2 магнийни ёндириш учун етмайди, яъни кислород кам олинган.

5- масала. Таркибида 70% олтингугурт, 20% селен ва 10% теллур бўлган 40 г аралашмани нормал шароитда ёндириш учун қанча ҳажм ва қанча миқдорда кислород керак? Айтилган барча оддий моддалар ёниб, диоксидлар ҳосил қилади.

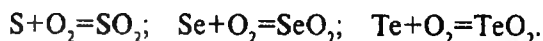
Ечиш. Аралашмадаги барча оддий моддаларнинг массасини аниқлаймиз:

олтингургуртники $\frac{40 \cdot 70}{100} \text{ г} = 28 \text{ г}$, селенники $\frac{40 \cdot 20}{100} \text{ г} = 8 \text{ г}$,
теллурники $\frac{40 \cdot 10}{100} \text{ г} = 4 \text{ г}$.

Атомларнинг моляр массалари қуйидагига тенг: олтингургуртники 32 г/моль, селенники 79 г/моль, теллурники 128 г/моль. Аралашмадаги ҳар қайси модданинг моллар сонини аниқлаймиз:

$\frac{28}{32} \text{ моль} = 0,875 \text{ моль}$ олтингургурт, $\frac{8}{79} \text{ моль} = 0,101 \text{ моль}$
селен ва $\frac{4}{128} \text{ моль} = 0,031 \text{ моль}$ теллур.

Реакцияларнинг тенгламаларини ёзамиз:



Тенгламалардан кўриниб турибдики, ҳар қайси модданинг 1 молини оксидлаш учун 1 моль кислород керак бўлади, демак, 0,875 моль олтингургуртни ёндириш учун 0,875 моль кислород; 0,101 моль селенга — 0,101 моль кислород; 0,031 моль теллурга — 0,031 моль кислород зарур. Жами қуйидаги миқдорда кислород керак:

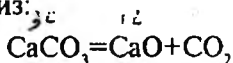
$$(0,875 + 0,101 + 0,031) \text{ моль} = 1,007 \text{ моль}$$

1 моль кислород нормал шароитда 22,4 л ҳажми эгаллашини билган ҳолда аралашмани ёндириш учун зарурий кислород ҳажмини топамиз:

$$22,4 \cdot 1,007 \text{ л} = 22,56 \text{ л}.$$

6- масала. 30 г оҳактош қиздирилганда 16 г кальций оксид олинди. Оҳактошдаги кальций карбонатнинг фоиз ҳисобидаги масса улушини аниқланг.

Ечиш. Кальций карбонатнинг парчаланиш реакциясининг тенгламасини тузамиз:



Моддаларнинг моляр массалари қуйидагига тенг: кальций карбонатники 100 г/моль, кальций оксидники 56 г/моль. Реакция тенгламасидан кўриниб турибдики, 1 моль CaCO_3 дан 1 моль CaO олинади. Шундай ёзамиз:

1·56 г=56 г CaO олиш учун 1·100 г=100 г CaCO₃,
керак

16 г CaO — " — x — " — CaCO₃ — " —

Пропорция тузамиз: 56 : 100=16 : x, бундан

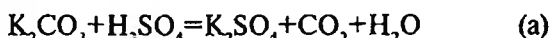
$$x = \frac{16 \cdot 100}{56} \text{ г} = 28,6 \text{ г}$$

Оҳактошнинг берилган намунасида 28,6 г кальций карбонат бор, демак, кальций карбонатнинг масса улуши қуйидагича бўлади:

$$\frac{28,6 \cdot 100}{30} = 95,3\%$$

7- масала. Натрий ва калий карбонатларнинг 7,4 г аралашмасига сульфат кислота билан ишлов берилди. Бунда металл сульфатларининг 5,12 г аралашмаси олинди. Бошланғич аралашмадаги моддаларнинг масса улушини аниқланг.

Ечиш. Реакцияларнинг тенгламаларини тузамиз:



Моддаларнинг моляр массалари қуйидагига тенг: калий карбонатники 138 г/моль, калий сульфатники 174 г/моль, натрий карбонатники 106 г/моль, натрий сульфатники 142 г/моль. Бошланғич аралашмадаги K₂CO₃ нинг массасини x орқали белгилаймиз, у ҳолда (4 — x) г — Na₂CO₃ нинг массаси; у — олинган K₂SO₄ нинг массаси, (5,12 — у) г — Na₂SO₄ нинг массаси.

(а) тенглама асосида қуйидагича ёзамиз:

1·138 г=138 г K₂CO₃ дан 1·174 г=174 г K₂SO₄ олинади

x » K₂CO₃ » у г K₂SO₄

Пропорция тузамиз: 138 : 174=x : у, бундан

$$y = 1,26 x \quad (в)$$

(б) тенглама асосида қуйидагини ёзамиз:

1·106 г=106 г Na₂CO₃ дан 1·142 г=142 г Na₂SO₄ олинади

(4 — x) Na₂CO₃ дан (5,12 — у) Na₂SO₄ олинади

Пропорция тузамиз: 106 : 142=(4 — x) : (5,12 — у), бундан

$$5,12 - y = (4 - x)1,34, \quad (г)$$

ёки

$$y = 1,34x + 0,24 = 0$$

икки номаълумли иккита (в) ва (г) тенгламалар систе-

масини ечиб, $x=3$ г, $y=(4-3)$ г=1 г ни оламиз. Шундай қилиб, бошланғич аралашмада 3 г K_2CO_3 нинг масса улуши

$$\frac{3 \cdot 100}{4} = 75\% \text{ бўлади.}$$

Тегишлича Na_2CO_3 нинг массаси 1 г га тенг, бу

$$\frac{1 \cdot 100}{4} = 25\% \text{ ни ташкил этади.}$$

I-БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УЛАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

1.1. Ҳажми 8 л бўлган углерод (IV) оксидда неча атом бор?

- A) $2,15 \cdot 10^{23}$ B) $6,45 \cdot 10^{23}$ C) $3,23 \cdot 10^{23}$ D) $5,38 \cdot 10^{23}$
E) $8,62 \cdot 10^{23}$.

Ечиш. Авогадро қонунидан келиб чиқадиған оқибатларнинг бирига биноан 1 мол газ таркибидаги молекулалар сони $6,02 \cdot 10^{23}$ га тенг. Тестда берилган CO_2 ҳажми неча молни ташкил этишини ҳисоблаймиз:

$$n(CO_2) = V(CO_2) : V_m = 8 \text{ л} : 22,4 \text{ л/мол} = 0,357 \text{ мол.}$$

Газ молекулаларининг сони эса $N_{CO_2} = n(CO_2) \cdot 6,02 \times 10^{23} = 2,15 \cdot 10^{23}$ та бўлади. CO_2 молекуласида 3 та атом бўлгани сабабли $N_{\text{атом}} = 3 \cdot 2,15 \cdot 10^{23} = 6,45 \cdot 10^{23}$ га тенг бўлади.

Жавоб: В бўлади (1.6- § га қаранг).

1.2. Бир хил шароитда (босим ва температура бир хил) тенг ҳажмдаги кислород ва углерод (II) оксид берилган. Уларнинг массаси (m_1 ва m_2), улардаги модда миқдори (n_1 ва n_2) ҳамда молекулалар сони (N_1 ва N_2) ўзаро қандай нисбатда бўлади?

- A) $m_1 < m_2$, $n_1 = n_2$, $N_1 = N_2$
B) $m_1 > m_2$, $n_1 > n_2$, $N_1 > N_2$
C) $m_1 < m_2$, $n_1 < n_2$, $N_1 < N_2$
D) $m_1 > m_2$, $n_1 = n_2$, $N_1 = N_2$
E) $m_1 = m_2$, $n_1 = n_2$, $N_1 = N_2$

Ечиш. Берилган газ моддаларнинг ҳажмлари тенг бўлиши сабабли Авогадро қонунига биноан уларнинг ҳар биридаги молекулалар сони ҳам ўзаро тенг бўлади, яъни $N(O_2) = N(CO)$ бўлади (1.11- § га қаранг). Тенг ҳажмдаги молекулаларнинг массаси уларнинг нисбий молекуляр мас-

саяларига пропорционал бўлади, яъни $m(\text{O}_2) : m(\text{CO}) = M(\text{O}_2) : M(\text{CO}) = 32 : 28$ ёки бошқача айтганда $m(\text{O}_2) > m(\text{CO})$ келиб чиқади.

Газ молекулаларининг мол сони уларнинг ҳажмларига пропорционал бўлади:

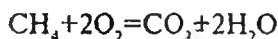
$$n(\text{O}_2) : n(\text{CO}) = \frac{V(\text{O}_2) \text{ л}}{22,4 \text{ л/мол}} : \frac{V(\text{CO})}{22,4} = n(\text{O}_2) = n(\text{CO})$$

Жавоб: $m_1 = m_2$, $n_1 = n_2$, $N_1 = N_2$, яъни D бўлади.

1.3. Нормал шароитда 3 л метанни тўла ёндириш учун сарф бўладиган ҳаво ҳажми қандай бўлади? Ҳосил бўлган углерод (IV) оксид ҳажмининг реакцияда сарф бўлган ҳаво ҳажмига (л) нисбати қандай бўлади? $[V(\text{O}_2) = 0,2$.

- A) $V(\text{CO}_2) = 3$, $V(\text{ҳаво}) = 12$,
 $V(\text{CO}_2) : V(\text{ҳаво}) = 1 : 1$
- B) $V(\text{CO}_2) = 3$, $V(\text{ҳаво}) = 10$,
 $V(\text{CO}_2) : V(\text{ҳаво}) = 3 : 10 = 1 : 3,3$
- C) $V(\text{CO}_2) = 3$, $V(\text{ҳаво}) = 12$,
 $V(\text{CO}_2) : V(\text{ҳаво}) = 3 : 12 = 1 : 4$
- D) $V(\text{CO}_2) = 4$, $V(\text{ҳаво}) = 12$,
 $V(\text{CO}_2) : V(\text{ҳаво}) = 4 : 12 = 1 : 3$
- E) $V(\text{CO}_2) = 5$, $V(\text{ҳаво}) = 5$,
 $V(\text{CO}_2) : V(\text{ҳаво}) = 5 : 5 = 1 : 1$

Ечиш: Реакция тенгламасини тузамиз:



Тенгламага биноан 1 мол ҳажмдаги газнинг тўлиқ ёниши учун 2 мол кислород талаб этилади. Реакция натижасида эса 1 мол CO_2 ҳосил бўлар экан. Ҳаво таркибидаги кислороднинг миқдори 0,2 ҳажм улушини ташкил этса, ҳавонинг миқдори $n = \frac{2 \text{ мол}}{0,2} = 10$ мол бўлар экан. Натижада ҳосил бўлган CO_2 нинг мол миқдори ёнган метаннинг миқдорига тенг бўлиши реакция тенгламасидан кўриниб турибди (1.7- § га қаранг).

Гей-Люссакнинг ҳажмий нисбатлар қонунига биноан ҳажми 3 л бўлган метанни ёндириш учун 10 л ҳаво талаб этилади, ҳосил бўлган CO_2 ҳажми эса 3 л бўлади, яъни $V(\text{ҳаво}) = 10$ л, $V(\text{CO}_2) = 3$ л, уларнинг нисбатлари $V(\text{CO}_2) : V(\text{ҳаво}) = 3 : 10 = 1 : 3,3$ бўлади.

Жавоб: В бўлади.

1.4. Массаси 0,8 г бўлган кислород 25°Сда ва 150 кПа босим остида қандай ҳажми эгаллайди? Шу газнинг модда миқдорини ҳисобланг.

А) 0,38; 0,02 В) 0,40; 0,03 С) 0,41; 0,025

Д) 0,44; 0,03 Е) 0,45; 0,025

Ечиш: Бу вазифани бажариш учун Клапейрон-Менделеев формуласи $PV=nRT$ дан фойдаланамиз (1.11-§ га қаранг):

$$PV = \frac{m}{M} RT \text{ дан}$$

$$V = \frac{mRT}{PM} = \frac{0,8 \cdot 8,31 \cdot (273+25)}{150 \cdot 32} = 0,41 \text{ л}$$

Газнинг моль миқдори эса

$$n = \frac{RV}{RT} = \frac{150 \cdot 0,41}{8,31 \cdot 298} = 0,025 \text{ мол}$$

Жавоб: С бўлади.

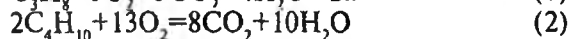
1.5. Таркибида ҳажм жиҳатидан 40% пропан ва 60% бутан бўлган газлар аралашмасидан 5 литрини тўла ёндириш учун сарф бўладиган ҳавонинг ҳажмини ҳисобланг, $[V(O_2)=0,2]$.

А) 147,5 В) 163,6 С) 124,5 Д) 112 Е) 120

Ечиш: Берилган аралашмадаги газларнинг ҳажмларини топамиз (1.11- § га қаранг):

$$V(C_3H_8)=5 \cdot 0,4=2 \text{ л}, \quad V(C_4H_{10})=5 \cdot 0,6=3 \text{ л}.$$

Уларнинг кислородда ёниш тенгламалари



Тенглама (1) бўйича бир мол C_3H_8 ни ёндириш учун 5 мол кислород керак экан. 2 л газни ёндириш учун эса 10 л кислород ёки шу миқдордаги кислород 5 марта кўп бўлган ҳаво ҳажмида бўлади, яъни 50 л ҳаво сарф бўлади.

Тенглама (2) бўйича 2 л бутанни ёниши учун 13 л кислород ёки $13 : 0,2=65$ л ҳаво талаб этилади. Натижада 3 л бутанни ёндириш учун эса $(3 : 2) \cdot 65=97,5$ л ҳаво керак экан.

Жавоб: $50+97,5=147,5$ л (А) бўлади.

2- Б О Б Д. И. МЕНДЕЛЕЕВНИНГ ДАВРИЙ ҚОНУНИ ВА АТОМЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ

2.1- §. Д. И. Менделеевнинг даврий қонунни кашф этганлиги

Д. И. Менделеевнинг даврий қонунни кашф этиши ва элементлар даврий системасини тузиши унинг узоқ ва сермашаққат илмий ишларининг натижаси эди. Даврий қонун ва элементлар даврий системаси — кимё фанининг жуда катта ютуғи, ҳозирги кимёнинг асосидир.

Даврий системани тузишда атомнинг асосий характеристикаси сифатида унинг атом массаси қабул қилинди. Д. И. Менделеев ўзининг «Кимёнинг асослари» деган китобида шундай деб ёзган эди: «*Модданинг массаси унинг шундай хоссасидирки, қолган барча хоссалари ана шунга боғлиқ бўлиши керак...* Шу сабабли бир томондан, элементларнинг хоссалари билан ўхшашликлари орасидаги, иккинчи томондан, уларнинг атом оғирликлари (массалари) орасидаги боғлиқликни излаш ҳақиқатга яқин ва табиий бўлади».

Д. И. Менделеевдан илгари ўтган олимлар (Доберейнер, Ньюлендс, Лотар Майер ва б.) фақат ў х ш а ш элементларни таққослаган эдилар ва шу сабабли даврий қонунни кашф эта олмадилар. Улардан фарқли ўлароқ, Д. И. Менделеев элементларнинг б и р-б и р и г а ў х ш а м а й д и г а н т а б и и й г р у п п а л а р и н и ўзаро таққослаб, элементларнинг атом массаларининг қийматлари ўзгариши билан уларнинг хоссалари даврий равишда ўзгаришини аниқлади. Ўша вақтда элементларнинг, масалан, галогенлар, ишқорий металллар ва ишқорий-ер металллар каби группалари маълум эди. Менделеев бу группаларнинг элементларини қуйидагича ёзиб олди ва таққослади, бунда уларни атом массаларининг қийматлари ортиб бориши тартибида жойлаштирди:

F=19	Cl=35,5	Br=80	I=127
Na=23	K=39	Rb=85	Cs=133
Mg=24	Ca=40	Sr=87	Ba=137

«Бу учта группада ишнинг моҳияти кўриниб турибди, — деб ёзган эди Д. И. Менделеев, — галогенларнинг

атом оғирлиги (массаси) ишқорий металларикидан, буларники эса ишқорий-ер металларикидан кам». Демак, элементларнинг атом массаларининг ортиб бориши тартибида жойлаштирилган узлуксиз қаторида фтордан кейин натрий ва магний, хлордан кейин — калий ва кальций, бромдан кейин — рубидий ва стронций, йоддан кейин — цезий ва барий туриши керак. Элементларнинг узлуксиз қаторини шундай тасвирлаш мумкин.

...F, Na, Mg... Cl, K, Ca,, Br, Rb, Sr... J, Cs, Ba...
 19 23 24 35,5 39 40 80 85 87 127 133 137

Бундан кўришиб турибдики, галогендан ишқорий металлга ўтилганда хоссаларнинг кескин ўзгариши ва ишқорий металлдан ишқорий-ер металлга ўтилганда асос хоссаларининг камайиши, «агар бу элементлар атом оғирликларининг ортиб бориши тартибида жойлаштирилса», д а в р и й р а в и ш д а такрорланади. Қаторда магний билан хлор, кальций билан бром, стронций билан йод орасида нечта элемент йўқлигидан қатъий назар, элементлар хоссаларининг бундай даврий ўзгариши кўринаверади.

Маълум бўлишича, элементлар бирикмаларининг шакли ҳам даврий такрорланар экан. Масалан, литий оксид Li_2O шаклида бўлади. Литийнинг хоссаларини такрорловчи элементларнинг: натрий, калий, рубидий, цезий оксидларининг шакли ҳам худди шундай — Na_2O , K_2O , Rb_2O , Cs_2O . Буларнинг ҳаммаси Д. И. Менделеевга ўзи кашф этган қонунни «даврийлик қонуни» деб аташга ва қуйидагича таърифлашга имкон берди: *«Оддий жисмларнинг хоссалари, шунингдек, элементлар бирикмаларининг шакл ва хоссалари элементлар атом оғирликларининг қийматига даврий боғлиқдир* (ёки, алгебраик ифодаланса, даврий функция ҳосил қилади). Ана шу қонунга мувофиқ равишда **элементларнинг даврий системаси** тузилган», у даврий қонунни объектив акс эттиради. Атом массаларининг ортиб бориши тартибида жойлаштирилган элементларнинг барча қаторини Д. И. Менделеев даврларга бўлди. Ҳар қайси даврнинг ичида элементларнинг хоссалари қонуният билан ўзгаради (масалан, ишқорий металлдан галогенга қадар). Даврларни ўхшаш элементлар ажралиб турадиган қилиб жойлаштириб, Д. И. Менделеев кимёвий элементларнинг даврий системасини яратди. Бунда қатор элементларнинг атом массалари туза-

тилди, ҳали кашф этилмаган 29 элемент учун бўш катак-чалар қолдирди.

Элементларнинг даврий системаси даврий қонуinning график (жадвал тарзидаги) тасвиридир.

Қонуннинг кашф этилиши ва даврий система биринчи вариантнинг яратилиш вақти — 1 март 1869 йил. Д. И. Менделеев ҳаётининг охирига қадар элементлар даврий системасини такомиллаштириш устида ишлади.

Даврий қонун ва даврий система асосида Д. И. Менделеев ўша вақтда ҳали кашф этилмаган янги элементлар бор, деган хулосага келди; улардан учтасининг хоссаларини батафсил баён қилди ва уларга шартли номлар берди — экабор, экаалюминий ва экасилиций*. Д. И. Менделеев ҳар қайси элементнинг хоссасини а т о м а н а л о г л а р и н и н г хоссаларига асосланиб аниқлади. Берилган элементи даврий системада ўраб турган элементларни у атоманалоглар деб атади. Масалан, магний элементининг атом массаси атоманалогларининг атом массаларининг ўртача арифметик қиймати сифатида ҳисоблаб топилди, яъни:

$$A_r(\text{Mg}) = \frac{9,01(\text{Be}) + 40,08(\text{Ca}) + 22,99(\text{Na}) + 26,98(\text{Al})}{4} = 24,76$$

Олдиндан айtilган элементларнинг қатор физик хоссаларини аниқлаш учун ҳам Д. И. Менделеев ана шундай оддий усуллардан фойдаланди.

Д. И. Менделеевнинг башоратлари ажойиб равишда тасдиқланди. Учала элемент Д. И. Менделеев ҳаётлик вақтидаёқ кашф этилди, уларнинг олдиндан айtilган хоссалари тажрибада аниқланган хоссаларига аниқ мос келди. Бу ҳол даврий қонуннинг умум томонидан эъгироф этилишига олиб келди.

«Мен учта элементни таърифлаб берган эдим, — деб ёзган эди Д. И. Менделеев «Основы химии» китобида, — экабор, экаалюминий ва экасилиций; шундан 20 йил ўтмай туриб уларнинг учаласининг кашф этилганлигини кўришдек катта қувонч менга насиб этди. Бу элементлар таркибида шулар бор нодир минераллар топилган ва бу элементлар кашф этилган учта мамлакатнинг номи билан галлий, скандий ва германий деб аталди».

* Бўғин «эка» — «битта» деган маънони билдиради, бу сўзда «биринчи аналог» деган маънода келган.

Галлийни 1875 йилда Лекок де Буабодран, скандийни — 1879 йилда Нильсон ва германийни — 1886 йилда Винклер кашф этди. 1883 йилда чех олими Браунер Те нинг атом массаси 128 эмас, балки даврийлик қонунига мувофиқ келадиган 125 эканлигини исботлади. Д. И. Менделеев бу олимларни «даврий қонунни ҳақиқий пухталовчилар» деб атади.

2.2- §. Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системаси

Ҳозирги вақтда даврий системани тасвирлашнинг 500 дан ортиқ вариантлари бор: булар даврий қонуннинг турли шаклдаги ифодасидир.

Д. И. Менделеев 1 март 1869 йилда таклиф этган элементлар системасининг биринчи варианты *узун шаклдаги* варианты дейилар эди. Бу вариантда даврлар битта қаторга жойлаштирилган эди. 1870 йил декабрда у даврий системанинг иккинчи вариантыни — *қисқа шакли* дейилган вариантыни босиб чиқарди. Бу вариантда даврлар қаторларга, группалар эса — группачаларга (бош ва ёнаки) бўлинган эди.

Даврий системанинг ихчам бўлган қисқа шаклдаги варианты энг кўп тарқалган. Лекин унинг муҳим камчилиги — ўхшаш бўлмаган элементларнинг битта группага бирлаштирилганлиги, яъни бош ва ёнаки группачалардаги элементлар хоссаларининг бир-биридан катта фарқ қилишидир. Бу элементлар хоссаларининг даврийлигини маълум даражада «хиралаштиради» ва системадан фойдаланишни қийинлаштиради. Шу сабабли кейинги вақтларда, айниқса ўқув мақсадларида Д. И. Менделеев даврий системасининг узун шаклидаги вариантдан кўпроқ фойдаланилмоқда. Бу вариантнинг асосий камчилиги — чўзиқлиги, ихчам эмаслиги (системанинг айрим катаклари тўлмаган). Бу вариантни анча ихчамлаштириш учун кўпинча олтинчи даврдаги лантаноидлар ва еттинчи даврдаги актиноидлар система остига алоҳида жойлаштирилади. Бу вариант баъзан *ярим узун* вариант дейилади.

Даврий системада горизонтал бўйича 7 давр бор (рим рақамлари билан белгиланган), улардан I, II ва III даврлар кичик, IV, V, ва VII даврлар эса — катта даврлар дейилади. Биринчи даврда 2 элемент, иккинчи ва учинчи даврларда — 8 тадан, тўртинчи ва бешинчи даврларда —

18 тадан, олтинчи даврда — 32, еттинчи (тугалланмаган) даврда 21 элемент жойлашган. Биринчидан бошқа барча даврлар ишқорий металл билан бошланади ва нодир газ билан тугайди (VII давр — тугалланмаган).

Даврий системадаги барча элементлар бир-биридан кейин келиши тартибида рақамланган. Бу катталиклар элементларнинг рақамлари тартиб ёки атом рақамлари дейилади.

II ва III давр элементларини Менделеев типик элементлар деб атади. Уларнинг хоссалари типик металлдан нодир газга томон қонуният билан ўзгаради. Даврларда элементлар бирикмаларининг шакли ҳам қонуният билан ўзгаради. Бирикмалар шаклининг даврийлигига Д. И. Менделеев жуда катта аҳамият берган эди.

Системада 10 қатор бор (араб рақамлари билан белгиланган)*. Ҳар қайси кичик давр битта қатордан, ҳар қайси катта давр — иккита: жуфт (юқorigи) ва тоқ (пастки) қаторлардан таркиб топган. Катта даврларнинг жуфт қаторларида (тўртинчи, олтинчи, саккизинчи ва ўнинчи) фақат металллар жойлашган ва элементларнинг хоссалари қаторда чапдан ўнгга томон кам ўзгаради. Катта даврларнинг тоқ қаторларида (бешинчи, еттинчи ва тўққизинчи) элементларнинг хоссалари қаторда чапдан ўнгга томон типик элементлардаги каби ўзгариб боради.

Катта даврларнинг элементларини икки қаторга ажратишга асос бўлган муҳим хусусияти уларнинг оксидланиш даражасидир (Менделеев даврида валентлик дейилар эди). Уларнинг қийматлари даврда элементларнинг атом массалари ортиши билан икки марта такрорланади. Масалан, IV даврда элементларнинг оксидланиш даражаси К дан Mn га қадар +1 дан +7 гача ўзгаради, сўнгра триада Fe, Co, Ni (булар жуфт қатор элементлари) келади, шундан кейин Cu дан Br га қадар бўлган элементларда (булар тоқ қатор элементлари) оксидланиш даражаси худди шундай ортиб бориши кузатилади. Худди шу ҳолни биз қолган катта даврларда ҳам кўрамиз, VII давр бундан мустасно, бу давр битта (жуфт) қатордан иборат. Катта даврларда элементлар бирикмаларининг шакли ҳам икки марта такрорланади.

VI даврда лантандан кейин тартиб номерлари 58 — 71 бўлган 14 элемент жойлашади, улар лантаноидлар дейила-

* Қаторлар ҳақида 2.9- § га ҳам қ.

ди*. Лантаноидлар жадвалнинг пастки қисмига алоҳида жойлаштирилган, уларнинг системада жойлашиш кетма-кетлиги катакчада юддузча билан кўрсатилган: La — Lu. Лантаноидларнинг кимёвий хоссалари бир-бирига жуда ўхшайди. Масала, уларнинг ҳаммаси реакцияга киришувчан металллар ҳисобланади, сув билан реакцияга киришиб гидроксид ҳамда водород ҳосил қилади. Бундан лантаноидларда горизонтал ўхшашлик кучли ифодаланган, деган хулоса келиб чиқади.

VII даврда тартиб рақамлари 90 — 103 бўлган 14 элемент актиноидлар оиласини ҳосил қилади. Улар ҳам алоҳида — лантаноидлар остига жойлаштирилган, тегишли катакчада эса уларнинг системада жойлашиш кетма-кетлиги иккита юддузча билан кўрсатилган: Ac — Lr. Лекин лантаноидлардан фарқ қилиб, актиноидларда горизонтал аналогия бўш ифодаланган. Улар бирикмаларида кўпинча турли хил оксидланиш даражаларини намоён қилади. Масалан, активийнинг оксидланиш даражаси +3, ураники +3, +4, +5 ва +6. Актиноидларнинг ядролари беқарор бўлганлиги сабабли уларнинг кимёвий хоссаларини ўрганиш жуда мураккаб ишдир.

Даврий системада вертикал бўйича саккизта группа жойлашган (рим рақамлари билан белгиланган). Группанинг рақами элементларнинг бирикмаларида намоён қиладиган оксидланиш даражалари билан боғлиқ. Одатда, энг юқори мусбат оксидланиш даражаси группа рақамига тенг. Фтор бундан мустасно — унинг оксидланиш даражаси — 1 га тенг; мис, кумуш, олтин +1, +2 ва +3 оксидланиш даражаларини намоён қилади; VIII группа элементларидан фақат осмий, рутений ва ксенон +18 оксидланиш даражасини намоён қилади.

VIII группда нодир газлар жойлашган. Илгари улар кимёвий бирикмалар ҳосил қила олмайди, деб ҳисобланар эди. Лекин бу ҳол тасдиқланмади. 1962 йилда нодир газнинг биринчи кимёвий бирикмаси — ксенон тетрафторид XeF_4 олинди. Ҳозирги пайтда нодир элементлар кимёси жадал ривожланмоқда (8.1- § га қ.).

* «Лантаноидлар» сўзи «лантанга ўхшаш» «актиноидлар» эса «актинийга ўхшаш» деган маънони билдиради. Улар баъзан лантаноидлар ва актиноидлар ҳам дейилади, бу лантандан кейин келади-ган, актинийдан кейин келади-ган деган маънони билдиради.

Ҳар қайси группа иккита — бош (А) ва ёнаки (Б) группачага бўлинган, бу даврий системада биринчисини ўнгга, бошқасини эса чапга силжитиб ёзиш билан кўрсатилган. Бош группачани типик элементлар (II ва III даврларнинг элементлари) ҳамда кимёвий хоссалари жиҳатидан уларга ўхшаш бўлган катта даврларнинг элементлари ташкил этади. Ёнаки группачани фақат металллар — катта даврларнинг элементлари ҳосил қилади. VIII группа бошқаларидан фарқ қилади. Унда гелийнинг бош группачасидан ташқари учта ёнаки группача бор: темир группачаси, кобальт группачаси ва никель группачаси (14.5-§ га ҳам қ.).

Бош ва ёнаки группачалардаги элементларнинг кимёвий хоссалари бир-биридан анча фарқ қилади. Масалан, VII группада бош группачани металлмаслар F, Cl, Br, J, At, ёнаки группачани металллар Mn, Tc, Re ташкил қилади. Шундай қилиб, бир-бирига жуда ўхшаш элементлар группачаларни ҳосил қилади.

Гелий, неон ва аргондан бошқа барча элементлар кислородли бирикмалар ҳосил қилади; кислородли бирикмаларнинг 8 хил шакли бор. Улар даврий системада кўпинча умумий формулалар билан ифодаланиб, ҳар қайси группа тагида элементлар оксидланиш даражаларининг ортиб бориши тартибида жойлаштирилган: R_2O , RO , R_2O_3 , RO_2 , R_2O_5 , RO_3 , R_2O_7 , RO_4 , бунда R — шу группанинг элементи. Юқори оксидларининг формулалари группанинг барча (бош ва ёнаки группачалар) элементларига тааллуқлидир, элементлар группа номерига тенг оксидланиш даражасини намоён қилмайдиган ҳоллар бундан мустаснодир,

IV группадан бошлаб, бош группачаларнинг элементлари газсимон водородли бирикмалар ҳосил қилади. Бундай бирикмаларнинг 4 хил шакли бор. Улар ҳам умумий формулалар билан RH_4 , RE_3 , RH_2 , RH кетма-кетликда тасвирланади. Водородли бирикмаларининг формулалари бош группачаларнинг элементлари тагига жойлаштирилади ва фақат уларга тааллуқли бўлади.

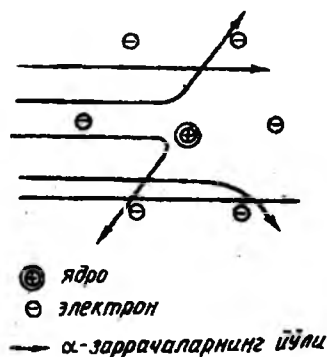
Группачаларда элементларнинг хоссалари қонуният билан ўзгаради: юқоридан пастга томон металл хоссалари кучаяди ва металлмаслик хоссалари сусаяди. Равшанки, металл хоссалар францийда, сўнгра цезийда энг кучли ифодаланган; металлмаслик хоссалар — фторда, сўнгра кислородда кучли ифодаланган.

Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг узун шаклида ҳам 7 давр ва 18 группа бор. Группалар А ёки В ҳарфли рим рақамлари билан номерланади. Лантаноидлар ҳам, актиноидлар ҳам оилалар дейилади ва ҳеч қайси группага киритилмайди.

2.3- §. Атомлар тузилишининг ядро модели

XIX асрнинг охирига қадар атомлар бўлинмас деб ҳисобланар эди. Сунгра тажриба маълумотлари тўплана борган сари бундай фикрдан воз кечишга ва атомлар мураккаб тузилганлигини тан олишга тўғри келди. Янгича назарни Д. И. Менделеевнинг даврий қонуни тасдиқлар эди. 1871 йилдаёқ Д. И. Менделеев шундай деб ёзган эди: «Ҳозир оддий jismlарнинг атомлари аслида янада кичикроқ заррачаларнинг қўшилишидан ҳосил бўлган мураккаб моддалар эканлигини исботлашга имконият йўқлигини тахмин қилиш мумкин... Мен тузган даврий боғлиқлик бундай тахминни тасдиқласа керак».

Д. И. Менделеевнинг даврий қонуни, тажриба тадқиқотлари ва айниқса радиоактивлик ҳодисалари асосида атом ва молекулаларнинг тузилиши ҳақидаги таълимот тез ривожланди.



2.1- расм. Атом ядросига яқинлашаётган α -заррачаларнинг тарқалиши.

Атомларнинг тузилишини ўрганиш учун инглиз олими Э. Резерфорд α -заррачаларнинг кучли сингувчанлик хусусиятидан фойдаланди. У қалинлиги тахминан 10 000 атом келадиган юпқа металл пластинкадан α -заррачаларнинг (гелий ядроларининг) ўтишини кузатди. Рух сульфид ZnS қатлами билан қопланган экранга α -заррачалар урилганда чақнаш содир бўлади, бу эса заррачалар сонини санашга имкон беради. Маълум бўлишича, α -заррачаларнинг камроқ қисми металл пластинкадан ўтганида ўз йўлидан турли бурчакка оғади, айрим заррачалар эса учиш йўна-

лишини кескин ўзгартиради. Бу ҳодиса α - заррачаларнинг тарқалиши деб аталади (2.1- расм).

Резерфорд 1911 йилда атом тузилишининг ядро моделини таклиф қилиб, α - заррачаларнинг тарқалишини тушунтириб берди. Бу моделга мувофиқ атом мусбат зарядланган, ўлчамлари жуда кичик оғир ядродан иборат. Ядро атомнинг деярли барча массаси тўпланган. Ядро атрофида ундан анчагина масофада электронлар айланиб, атомнинг электрон қобиғини ҳосил қилади.

Бутун атомнинг ўлчами 10^{-8} см атрофида, ядроники — 10^{-18} см га яқин, яъни ўлчами жиҳатдан ядро атомдан тахминан 100 000 марта кичик. Шунинг учун α - заррачаларнинг кўпчилиги металл пластинканинг атомлари орқали уларнинг ядроларидан анча узоқ масофадан ўтиб кетади ва ўз йўлидан оғмайди. Лекин α - заррачаларнинг бир қисми ядронинг яқинидан ўтади, натижада кудон итарилиш кучлари вужудга келади ва заррачалар оғади. Ядрога жуда яқин жойдан ўтган заррачалар ўша кучлар таъсирида янада кучлироқ оғади (2.1- расмга қ.).

Атомнинг ядро модели ҳозирги тасаввурларда ҳам сақланиб қолган.

Атом умуман электрнейтрал бўлганлиги сабабли электронларнинг умумий заряди ядро зарядига тенг бўлиши керак. Кейинги текширишлар шуни кўрсатдики, атом ядросининг мусбат заряди элементнинг Д. И. Менделеев элементлар даврий системасидаги тартиб номерига сон жиҳатдан тенг бўлар экан.

Шундай қилиб, ҳар қайси атом ядросининг мусбат зарядлари сони, шунингдек, ядро майдонида айланадиган электронлар сони элементнинг тартиб рақамига тенг.

Энг оддийси водород (тартиб номери 1 га тенг) атомининг тузилиш схемасидир. Унинг ядросининг битта элементар мусбат заряди бор ва ядро майдонида битта электрон айланади.

Водород атомининг ядроси элементар заррача бўлиб, протон дейилади.

Титан атомининг тартиб рақами 22 га тенг. Демак, унинг мусбат заряди 22 га тенг ва ядро майдонида 22 та электрон айланади. Ядросининг мусбат заряди 107 га тенг бўлган 107- элемент ядросининг майдонида 107 та электрон айла-

нади. Бошқа элементлар атомларининг тузилишини ҳам худди шундай тасаввур қилиш мумкин.

2.4-§. Атом ядроларининг таркиби. Ядро реакциялари

Ҳозирги вақтда атом ядросида кўп сонли элементар заррачалар кашф қилинган. Улардан энг муҳимлари протонлар (символи p) билан нейтронлардир (символи n). Бу иккала заррача нуклон дейиладиган ядро заррачасининг икки турли хил ҳолати сифатида қаралади. Элементар заррачаларнинг муайян массаси ва заряди бўлади. Протоннинг массаси 1,0073 м. а. б. га ва заряди $+1$ га тенг. Нейтроннинг массаси 1,0087 м. а. б. га заряди эса нолга тенг (заррача электр нейтралдир). Протон билан нейтроннинг массасини деярли бир хил дейиш мумкин.

Нейтрон кашф этилгандан кейин тез орада рус олимлари Д. Д. Иваненко билан Е. Н. Гапон ядро тузилишининг протон-нейтрон назариясини яратдилар (1932). Бу назарияга мувофиқ водород атомининг ядросидан бошқа барча атомларнинг ядрolari Z протонлар билан $(A - Z)$ нейтронлардан таркиб топган, бунда Z — элементнинг тартиб номери, A — масса сони.

Масса сони A атом ядросидаги протонлар Z билан нейтронларнинг N умумий сонини кўрсатади, яъни

$$A=Z+N \quad (2.1)$$

Протон билан нейтронларни ядрога тутиб турувчи кучлар ядро кучлари дейилади. Булар жуда қисқа масофаларда (10^{-15} м атрофида) таъсир этувчи ниҳоятда катта кучлар бўлиб, итарилиш кучларидан катта бўлади. Бу кучларнинг табиатини ядро физикаси ўрганади.

Ядро атомнинг деярли барча массаси тўпланган. Масалан, хлор атомида электронлар ҳиссасига $1/1837 \times 17 = 0,009$ қисми (хлор атоми массасининг 0,03%) тўғри келади. Ядронинг массасига нисбатан электронларнинг массасини ҳисобга олмаслик мумкин.

Ядронинг хоссалари асосан протон ва нейтронлар сони, яъни ядронинг таркиби билан аниқланади. Масалан, кислород атомининг ядроси $^{16}_8\text{O}$ да 8 протон ва $16-8=8$ нейтрон бўлади. Бу қисқача шундай ёзилади: $(8p, 8n)$; дубний

атомининг ядроси ${}^{260}_{104}\text{Du}$ да 104 протон ва $260 - 104 = 156$ нейтрон бўлади, ядро таркибининг қисқача ёзуви: $(104p, 156n)$ ва ҳ.

Текширишлар шуни кўрсатдики, табиатда битта элементнинг массаси турлича бўлган атомлари мавжуд бўлиши мумкин. Масалан, хлорнинг массаси 35 ва 37 бўлган атомлари учрайди. Бу атомларнинг ядроларида протонлар сони бир хил, лекин нейтронларнинг сони турлича бўлади.

Битта элементнинг ядро зарядлари бир хил, лекин масса сонлари турлича бўлган атомлар турлари изотоплар дейилади.

Ҳар қайси изотоп иккита катталик: *масса сони* (тегишли кимёвий элемент белгисининг чап томони юқорисига ёзилади) ва *тартиб рақами* (кимёвий элемент белгисининг чап томони пастига ёзилади) билан характерланади. Масалан, углероднинг масса сони 12 бўлган изотопи шундай ёзилади: ${}^{12}_6\text{C}$ ёки ${}^{12}\text{C}$, сўз билан ёзганда «углерод-12» бўлади. Ёзувнинг бундай шакли элементар заррачаларга ҳам татбиқ этилади; электрон ${}^0_{-1}\text{e}$, нейтрон ${}^1_0\text{n}$, протон ${}^1_1\text{p}$ ёки ${}^1_1\text{H}$, нейтрино ${}^0_0\nu$. Барча кимёвий элементларнинг изотоплари борлиги маълум. Масалан, кислороднинг масса сонлари 16, 17, 18 бўлган изотоплари бор: ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{17}_8\text{O}$, ${}^{18}_8\text{O}$. Аргоннинг изотоплари: ${}^{36}_{18}\text{Ar}$, ${}^{38}_{18}\text{Ar}$, ${}^{40}_{18}\text{Ar}$. Калийнинг изотоплари: ${}^{39}_{19}\text{K}$, ${}^{40}_{19}\text{K}$, ${}^{41}_{19}\text{K}$.

Элементнинг атом массаси унинг барча табиий изотоплари* массаларининг шу изотопларнинг тарқалганлик даражаси эътиборга олинган ўртача қийматига тенг.

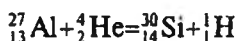
Масалан, табиий хлорнинг 75,4 фоизи масса сони 35 бўлган изотопдан ва 24,6 фоизи масса сони 37 бўлган изотопдан иборат: хлорнинг ўртача атом массаси 35,453. Таркибида 92,7% ${}^7_3\text{Li}$ ва 7,3% ${}^6_3\text{Li}$ бўлган табиий литийнинг ўртача атом массаси 6,94 га тенг ва ҳ. Элементларнинг

* «Изотоп» термини билан бир қаторда «нуклид» терминидан ҳам фойдаланилади. Нуклид — масса сонининг қиймати қатъий муайян бўлган, яъни ядрогаги протон ва нейтронларнинг сони ўзгармас бўлган атомдир. Радиоактив нуклид қисқача радионуклид дейилади. Масалан, нуклид ${}^{16}\text{O}$, радионуклид ${}^{14}\text{C}$, радионуклид ${}^{131}\text{I}$ ва ҳ. «Изотоплар» терминини битта элементнинг барқарор ва радиоактив нуклидларини кўрсатиш учунгина ишлатиш лозим (юқорида берилган таърифга қ.).

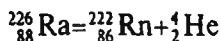
Д. И. Менделеев даврий системасида келтирилган атом массалари табиий изотоплари аралашмасининг ўртача масса сонидир. Ана шунинг учун ҳам улар сон қийматларидан фарқ қилади.

Шундай қилиб, турли хил кимёвий элементлар атомлари ядроларининг таркиби бир хил эмас, шу сабабли элементлар атом массалари жиҳатидан бир-биридан фарқ қилади. Ядро таркибига протонлар киргандлиги учун ядро мусбат зарядланган. Ядронинг заряди сон жиҳатдан элементнинг тартиб номерига тенгдиги сабабли у атомнинг электрон қобиғидаги электронлар сонини белгилайди ва бу билан кимёвий элементнинг хоссаларини ҳам белгилаб беради. Шу сабабли атом массаси эмас, балки ядронинг мусбат заряди атомнинг, ва демак, элементнинг асосий характеристикаси ҳисобланади. Ана шу асосда кимёвий элементга янада аниқ таъриф берилган, кимёвий элемент ҳақидаги тушунча эса кимёда асосий тушунча ҳисобланади (1.2- § га қ.).

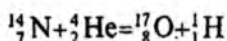
Ядро реакциялари — бу атом ядроларининг элементар заррачалар билан ва бир-бири билан ўзаро таъсирлашиши натижасида ўзгаришидир. Бундай реакцияларнинг тенгламаларини ёзиш масса ва заряднинг сақланиш қонунларига асосланган. Бу деган сўз, тенгламанинг чап қисмида массалар йиғиндиси билан зарядлар йиғиндиси тенгламанинг ўнг қисмидаги массалар йиғиндиси билан зарядлар йиғиндисига тенг бўлиши керак, демакдир. Масалан:



Бу тенглама алюминий атоми α - заррача билан ўзаро таъсирлашганда кремний атоми билан протон ҳосил бўлишини кўрсатади. Радийнинг радиоактив парчаланиб радон билан гелий ҳосил қилишини қуйидагича ёзиш мумкин:



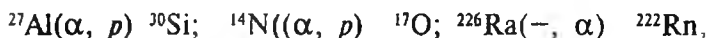
1919 йилда Резерфорд азот атомларининг ядроларини α -заррачадар билан бомбардимон қилиб, биринчи марта сунъий равишда ядро реакциясини амалга оширди:



Ядро реакцияси натижасида азот кислородга айланиб, протон ажралиб чиқди.

Циклотрон қурилмаси яратилгандан (1930) кейин жуда кўп турли-туман ядро реакциялари кашф қилинди ва текширилди.

Ядро реакцияларини қисқача ёзиш кўп қўлланилади. Дастлаб бошланғич ядронинг кимёвий белгиси ёзилади, сўнгра (қавс ичида) реакцияни вужудга келтирган заррача ва реакция натижасида ҳосил бўлган заррача қисқача белгиланади, шундан кейин ҳосил бўлган ядронинг кимёвий белгиси қўйилади. Бунда бошланғич ва ҳосил бўлган ядроларнинг символларида фақат масса сонлари қўйилади, чунки ядроларнинг зарядларини Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системасидан осон аниқлаш мумкин. Илгари кўриб чиқилган ядро реакцияларининг қисқача ёзуви қуйидагича бўлади:



бунда α - заррачанинг (^4He) белгиси; p — протон (^1H); чизиқча радиоактив парчаланиш бўлганда таъсир этувчи заррача бўлмаслигини билдиради.

Ядро реакциялари ёрдамида радиоактивлик хусусияти бор изотоплар (радиоактив изотоплар) олинади. Уларнинг ҳаммаси беқарор ва радиоактив парчаланиш натижасида бошқа элементларнинг изотопларига айланади.

Барча кимёвий элементларнинг радиоактив изотоплари олинган. Уларнинг тахминан 1500 тури маълум. *Фақат радиоактив изотоплардан таркиб топган элементлар радиоактив элементлар дейилади.* Булар $Z=43, 61$ ва $84 - 107$ - элементлардир.

Барқарор (радиоактив эмас) изотоплардан 300 га яқини маълум. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасидаги кўпчилик кимёвий элементлар ана шундай изотоплардан таркиб топган. Баъзи элементларда барқарор изотоплари билан бирга узоқ вақт яшайдиган радиоактив изотоплари ҳам бўлади. Булар $^{40}_{19}\text{K}$, $^{87}_{37}\text{Rb}$, $^{115}_{49}\text{In}$.

Кимёвий хоссалари жиҳатидан радиоактив изотоплар барқарор изотоплардан деярли фарқ қилмайди. Шунинг учун улар «*нишонланган атомлар*» сифатида ишлатилади, бундай атомлар радиоактивлигининг ўзгаришига қараб берилган элемент барча атомларининг хусусиятини ва уларнинг силжишини кузатишга имкон беради. Радиоактив изотоплар илмий текшириш ишларида, саноатда, қишлоқ хўжа-

лигида, тиббиётда, биология ва кимёда кенг қўламда ишлатилади.

Ядро реакцияларининг муҳим хусусияти ҳосил бўлаган заррачаларнинг кинетик энергияси ёки нурланиш энергияси ҳолида кўп миқдорда энергия чиқишидир. Кимёвий реакцияларда энергия асосан иссиқлик ҳолида ажралиб чиқади. Ядро реакцияларининг энергияси кимёвий реакцияларнинг энергиясидан миллионлаб марта кўп бўлади. Кимёвий реакциялар содир бўлишида атомлар ядроларининг парчаданмаслиги ана шу билан тушунтирилади.

Ядро реакцияларидан трансурани элементлар* синтез қилиш учун кенг қўламда фойдаланилади.

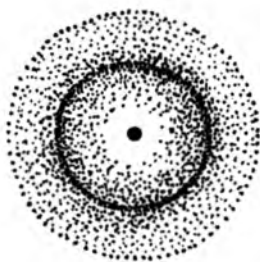
2.5- §. Атомдаги электрон ҳолатининг ҳозирги замон модели

Кимёвий реакцияларда атом ядроси ўзгаришга учрамайди. Бунда атомларнинг электрон қобиклари ўзгаради, кимёвий элементларнинг кўпчиликлари хоссалари шу электрон қобикларнинг тузилиши билан тушунтирилади. Шунинг учун кимёни ўрганишда атомдаги электронларнинг ҳолатига ва электрон қобикларнинг тузилишига доимо катта эътибор берилади.

Атомдаги электроннинг ҳолатини квант механикаси баён қилиб беради, бу фан микрозаррачаларнинг, яъни элементлар заррачалар, атомлар, молекулалар ва атом ядроларининг ҳаракатланиши ва ўзаро таъсирини ўрганади. Квант механикасидаги тасаввурларга кўра *микрозаррачалар тўлқин табиатига, тўлқинлар эса заррачалар хоссаларига эга бўлади*. Бу гап электронга татбиқ этилганда у заррача сифатида ҳам, тўлқин сифатида ҳам бўлади, яъни бошқа микрозаррачалар каби корпускуляр-тўлқин дуализмига (икки хилликка) эга дейиш мумкин. Бир томондан, электронлар заррачалар сифатида босим беради, иккинчи томондан, ҳаракатланаётган электронлар оқими тўлқин ҳодисаларини, яъни электронлар дифракциясини келтириб чиқаради.

* Трансурани элементлар — даврий системада урандан кейин жойлашган кимёвий элементлар (атом номерлари $Z \geq 93$). Ҳозирги вақтда 14 та трансурани элемент маълум.

Электроннинг атомда ҳаракатла-
ниш траекторияси бўлмайди. Квант
механикаси электроннинг ядро атро-
фидаги фазода бўлиш эҳтимоллиги-
ни кўриб чиқади. Тез ҳаракатланаёт-
ган электрон ядрони қуршаб олган
фазонинг исталган қисмида бўлиши
мумкин ва унинг турли ҳолатлари
муайян зичликдаги манфий зарядли
*электрон булут*и сифатида қаралади.
Буни қуйидагича анча яққол тасав-
вур қилиш мумкин. Агар вақтнинг
жуда кичик оралиқларида электрон-
нинг атомдаги ҳолатини суратга



**2.2- расм. Водород-
нинг зичлиги нитекис
бўлган электрон буду-
ти.**

олишга муваффақ бўлинса (у суратда нуқта кўринишида акс
этади), бундай суратларнинг кўпчилиги устма-уст қўйил-
ганда электрон будут манзараси ҳосил бўлур эди. Нуқталар
энг кўп бўлган жойда булут энг зич бўлади. Максимал зичлик
атом бўшлиғининг ана шу қисмида электроннинг энг кўп
бўлиш эҳтимоллигига тўғри қилади. 2.2- расмда водород
атоми кўндаланг кесимининг квант механикаси нуқтаи
назаридан модели тасвирланган. Ядрога яқин жойда элек-
трон зичлик деярли нолга тенг, яъни бу ерда электрон деярли
бўлмайди. Ядродан узоқлашган сари электрон зичлик ортиб
боради ва 0,053 нм масофада максимал қийматига этади,
сўнгра аста-секин камаяди. Демак, ҳаракатдаги электрон-
нинг бўлиш эҳтимоллиги ядродан 0,053 нм масофада энг
кўп бўлади (расмдаги қорароқ жойлар). Электрон ядро билан
қанча пухта боғланган бўлса, электрон булут заряднинг
тақсимланиши жиҳатидан шунча зич ва ўлчамлари шунча
кичик бўлиши керак.

**Ядро атрофидаги электроннинг бўлиши эҳтимоллиги энг
кўп бўлган фазо орбиталь* дейилади.**

Орбиталда электрон булутнинг ~90% бўлади. Бу деган
сўз электрон 90% га яқин вақтда фазонинг ана шу қис-
мида бўлади, демакдир. Атом орбиталларининг ўлчамлари
турлича бўлади. Равшанки, кичик ўлчамли орбиталларда
ҳаракатланадиган электронлар катта ўлчамли орбиталлар-
да ҳаракатланадиган электронларга қараганда ядрога куч-
лироқ тортилади. Ўлчамлари бир-бирига яқин орбиталларда
ҳаракатланадиган электронлар қаватларни ҳосил қилади.

Электрон қаватлар *энергетик поғоналар* ҳам дейилади. Энергетик поғоналар ядродан бошлаб номерланади: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Баъзан улар *K, L, M, N, O, P, Q* ҳарфлар билан ҳам белгиланади.

Поғонанинг тартиб рақами кўрсатувчи бутун сон n бош квант сони дейилади. У ана шу энергетик поғонани эгалладиган электронларнинг энергиясини характерлайди. Биринчи ядрога энг яқин энергетик поғонадаги электронларнинг энергияси энг кам бўлади. Биринчи поғонадаги электронларга нисбатан кейинги поғоналардаги электронларнинг энергия запаси кўп бўлади. Равшанки, ташқи поғонадаги электронлар ядро билан бўшроқ боғланган бўлади.

Атомда электронлар билан тўладиган энергетик поғоналар сони элемент турган даврнинг номерига тенг: I давр элементларининг атомларида — битта энергетик поғона, II даврдагиларда — иккита, III даврдагиларда — учта энергетик поғона бўлади ва ҳ. Энергетик поғонадаги электронларнинг энг кўп сони поғона рақами квадратининг иккига кўпайтирилганига тенг, яъни

$$N=2n^2 \quad (2.2)$$

бунда N — электронлар сони; n — поғона номери (ядродан ҳисоблаганда) ёки бош квант сони.

(2.2) тенгламага мувофиқ, ядрога энг яқин биринчи энергетик поғонада кўпи билан иккита электрон, 2-поғонада — кўпи билан 8 та, 3- поғонада — кўпи билан 18 та, 4- поғонада кўпи билан 32 та электрон бўлиши мумкин.

2.6- §. Атомлар электрон қобиқларининг тузилиши

Энди алоҳида олинган электрон поғонанинг (қаватнинг) тузилишини кўриб чиқамиз. Бош квант сонининг $n=2$ қийматидан бошлаб энергетик поғоналар (қаватлар) ядро билан боғланиш энергияси жиҳатидан бир-биридан фарқ қиладиган поғоначаларга (қаватчаларга) бўлинади. Поғоначалар сони бош квант сонининг қийматига тенг, лекин тўрттадан ошмайди: 1- поғонада битта поғонача, 2- поғо-

* Бу термин 1962 йилда «орбита» термини ўрнига қабул қилинган.

нада — иккита, 3- поғонада — учта. 4- поғонада — тўртта поғонача бўлади. Поғоначалар ўз навбатида орбиталлардан таркиб топади. Поғоначаларни латин ҳарфлари билан белгилаш қабул қилинган:

s — ҳар қайси энергетик поғонанинг ядрога энг яқин биринчи поғоначаси; $у$ битта s - орбиталдан таркиб топган; p - иккинчи поғонача, учта p - орбиталдан таркиб топган; d - учинчи поғонача, у бешта d - орбиталдан таркиб топади; f — тўртинчи поғонача бўлиб, унда еттита f - орбитал бўлади. Шундай қилиб, n нинг ҳар қайси қиймати учун n^2 орбиталлар бўлади (2.1- жадвал).

2.1- ж а д в а л. Бош квант сони, орбиталларнинг тури ва сони ҳамда поғонача ва поғоналардаги электронларнинг максимал сони

Энергетик поғона n	Поғоначалар сони n га тенг	Орбиталлар	Орбиталлар сони		Электронларнинг максимал сони	
			поғонача	поғонада n^2 га тенг	поғонача	поғонада
$K(n=1)$	1	$1s$	1	1	2	2
$(n=2)$	2	$2s$ $2p$	1 3	4	2 6	8
$M(n=3)$	3	$3s$ $3p$ $3d$	1 3 5	9	2 6 10	18
$N(n=4)$	4	$4s$ $4p$ $4d$ $4f$	1 3 5 7	16	2 6 10 14	32

Ҳар қайси орбиталда кўпи билан иккита электрон бўлиши мумкин — *Паули принципи*. Агар орбиталда битта электрон бўлса, у *жуфтлашмаган* электрон, агар иккита

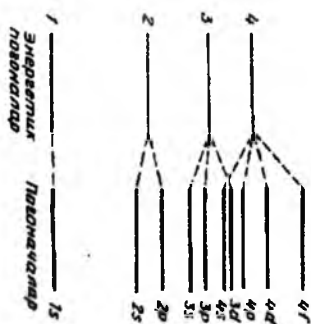
бўлса — *жуфтлашган* электрон дейилади. Паули принципи $N=2n^2$ формулани тушунтириб беради. Ҳақиқатан ҳам, агар масалан учинчи поғонада ($n=3$) $3^2=9$ орбитал, ҳар қайси орбиталда эса 2 тадан электрон бўлса, у ҳолда электронларнинг максимал сони $2 \cdot 3^2=18$ бўлади.

2.1.- жадвалда дастлабки тўртта поғона учун бош квант сони n нинг поғоначалар сони, орбиталларнинг тури ва сони ҳамда поғонача ва поғонадаги электронларнинг максимал сони билан боғлиқлиги кўрсатилган; 2.3- расмда энергетик поғоналарнинг поғоначаларга бўлиниш схемаси берилган. Жадвалдан кўриниб турибдики, атомдаги электронларни тавсифлаш учун электрон поғонанинг номерини ва орбиталларнинг турларини билиш лозим. Турли хил орбиталларнинг (булутларнинг) шаклини билиш муҳим. Бу молекулаларнинг структурасини ўрганишда керак бўлади.

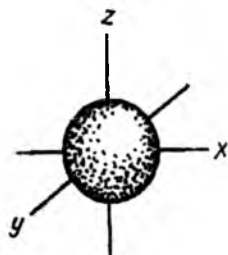
Назарий маълумотларга мувофиқ s - орбитал сферик симметрияли, яъни шар шаклида бўлади. Бунга водород атомнинг орбитали, $n=1$ мисол бўла олади (2.4- расм). Бундай орбиталь s - орбиталь дейилади. s - орбиталдаги электрон s - электрон дейилади.

2- энергетик поғонада ($N=2$) тўртта орбиталь бўлади, улардан биттаси сферик симметрияга эга. У $2s$ - орбиталь дейилади. Равшанки, $2s$ - электроннинг энергияси анча кўп, шу сабабли ядродан $1s$ - электронга қараганда узоқроқ ма-

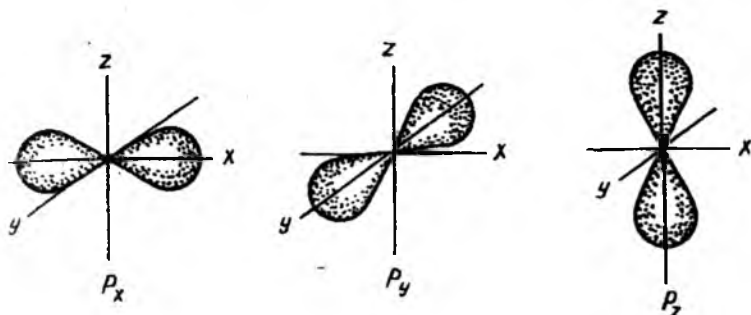
Электроннинг энергия заҳаси



2.3- расм. Энергетик поғоналарнинг поғоначаларга бўлиниш схемаси.



2.4- расм. s - электрон орбиталнинг шакли.



2.5- расм. p - электрон орбиталларнинг шакли ва жойлашуви.

софада бўлади. Умуман n нинг ҳар қайси қиймати учун битта сферик симметрик орбиталь бўлади.

p - орбиталь гантель ёки ҳажмий саккизлик шаклида бўлади (2.5- расм). Атомда учала p - орбиталлар ўзаро перпендикуляр жойлашган. Улар фазовий координаталарнинг ўқлари бўйлаб йўналган, шу сабабли уларни кўпинча p_x , p_y ва p_z - орбиталлар деб белгиланади. Бундай белгилаш p - орбиталларнинг фазода қандай йўналганлигини кўрсатади. Агар p_x - орбиталь x ўқи йўналишида жойлашган бўлса, у ҳолда p_x — электроннинг x ўқи яқинида жойлашиш эҳтимоллиги энг кўп бўлади. p_y ва p_z орбиталлар ҳақида ҳам шу гапларни айтиш мумкин.

Шуни таъкидлаб ўтиш керакки, $n=2$ дан бошлаб ҳар қайси энергетик поғонада учта p орбиталь бўлади. n катталашishi билан электронлар ядродан узоқроқда жойлашган p - орбиталларни эгаллайди, лекин x , y , z ўқлари бўйлаб йўналиш доимо сақланиб қолади.

d - орбиталь (бешта) ва f - орбиталларнинг (улар еттита) шакли p - орбиталларникига қараганда ҳам мураккаброқ бўлади. Бу ерда улар кўриб чиқилмайди.

2.7- §. Электрон формулалар

Атомда электронларнинг энергетик поғона ва поғоначалар бўйича тақсимланиши *электрон формулалар* (конфигурациялар) кўринишида тасвирланади. Улар қандай тузилишини кўрсатиб ўтамиз.

Атомдаги ҳар қайси электрон энг кам энергияли, унинг ядро билан пухта боғланишига мувофиқ келадиган эркин орбитални

эгаллайди — энг кам энергия принципи. Элементнинг тартиб рақами ортиши билан электронлар орбиталь ва поғоналарни уларнинг энергияси ортиши тартибида тўлдиради: поғоналар биринчидан еттинчига томон, поғоначалар эса $s - p - d - f$ тартибида тўлиб боради. Энергиянинг ортиб бориш тартиби тажриба йўли билан аниқланган. У энергия шкаласи дейилади. Бу шкалага мувофиқ даврий система элементларининг атомларида орбиталларнинг электронлар билан кетма-кет тўлиш қатори тузилади. Бу қаторда даврлар вертикал чизиклар билан ажратилган ва тепасида рим рақамлари билан белгилаб қўйилган:

II	IV	V	VI	VII
1s 2s, 2p 3s, 3p 4s, 3d	4p 5s, 4d, 5p 6s, 4f, 5d, 6p 7s, 5f, 6d, 7p			

Энг кам энергияли орбиталь — бу 1s- орбиталдир. Водород атомида бу орбитални унинг ягона электрони эгаллаган. Шу сабабли водород атомининг электрон формуласи (ёки электрон конфигурацияси) $1s^1$ кўринишида бўлади*.

Битта орбиталда икки электрон бўлиши мумкинлиги сабабли гелий атомининг иккала электрони 1s- орбиталда жойлашади. Бинобарин, гелийнинг электрон формуласи $1s^2$. Не нинг электрон қобиғи тугалланган ва жуда барқарор, бу нодир газ.

II давр элементларида L- поғона ($n=2$) тўлиб боради, бунда дастлаб s- поғоначанинг орбитали, сўнгга p- поғоначанинг учта орбитали тўлади. Li атомидаги учинчи электрон 2s- орбиталда жойлашади. Li нинг электрон формуласи $1s^2 2s^1$. $2s^1$ электрон 1s электронларга қараганда атом ядроси билан анча бўш боғланган, шу сабабли литий атоми бу электронини осон йўқотиб, Li^+ ионини ҳосил қилиши мумкин.

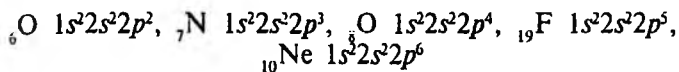
Be атомида ҳам тўртинчи электрон 2s- орбиталда жойлашади: $1s^2 2s^2$. Be да иккита 2s- электрон бошқа электронларига қараганда осон ажралиб, Be^{2+} ионини ҳосил қилади.

2s- орбиталь тўлганлиги сабабли бор B атомида бешинчи электрон 2p- орбитални эгаллайди. Бор атомининг электрон формуласи: $1s^2 2s^2 2p^1$.

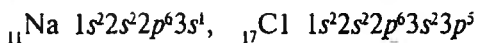
Шундан кейин C, N, O, F, атомларида 2p- орбиталлар

* Бу ёзувда олдинги сон — поғона номери, ҳарф билан поғонача (орбиталь тури) белгиланади, ўнг томонда юқоридаги индекс — поғоначадаги электронлар сони эканлигини эслатиб ўтамыз.

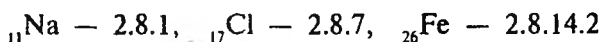
тўлиб боради, Ne атомида улар батамом тўлади. Шу элементлар атомларининг электрон формулаларини ёзамиз:



III давр элементларидан бошлаб атомларда учинчи *M*-поғонанинг тўлиши бошланади, бу поғона $3s$ -, $3p$ ва $3d$ -поғоначалардан таркиб топган. Масалан,



Атомларда электронларнинг тақсимланиши тасвирландиган формулаларда баъзан фақат ҳар қайси энергетик поғонадаги электронлар сонигина кўрсатилади. Бу ҳолда улар шундай ёзилади:



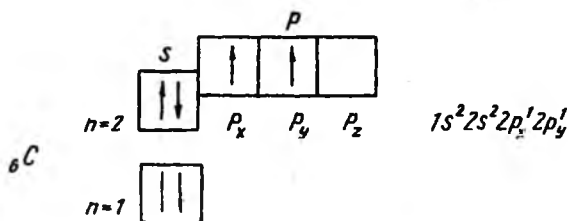
Электрон формулаларни ёзишда электроннинг «сакрашили» эътиборга олиш керак. Масалан, хромнинг электрон формуласи $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$ бўлиши керак. Лекин хром атомининг ташқи поғонасида иккита эмас, балки битта электрон бор — иккинчи электрон ташқаридан иккинчи поғонанинг d -поғоначасига «сакраб тушган». Бу ҳолда хром атомида электронларнинг жойлашуви шундай бўлади: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$. Nb, Mo ва бошқа элементларда ҳам худди шунга ўхшаш аҳвол кузатилади. Rb да электронлар поғоналар бўйича шундай тақсимланади; 2.8.18.18.0 (бу ерда бешинчи энергетик поғона умуман бўлмайди — иккала электрон қўшни поғонага «сакраб тушган» бўлади).

Электрон қобикларнинг тузилиши, кўпинча, энергетик, бошқача айтганда квант ячейкалар ёрдамида тасвирланади — булар *график электрон формулалар* дейилади. Ҳар бир шундай ячейка катакча билан белгиланади: катакча — орбитал, стрелка — электрон, стрелканинг йўналиши — спиннинг* йўналиши, бўш катакча — бўш орбитал,

* Спинни (инглизчадан таржима қилинганда «урчуқ» деган маънони билдиради) соддалаштирган ҳолда электроннинг ўз ўқи атрофида соат стрелкаси бўйлаб ва унга тескари йўналишда айланиши сифатида тасаввур қилиш мумкин. Қарама-қарши спинли $\uparrow\downarrow$ электронлар жуфтлашган электронлар дейилади.

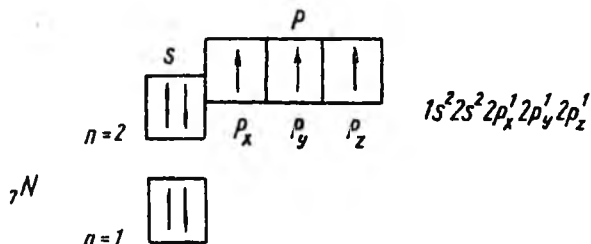
уни қўзғатилган электрон эгаллаши мумкин. Паули принцига кўра катакчада битта ёки иккита электрон бўлиши мумкин (агар иккита электрон бўлса, улар жуфтлашган бўлади).

Мисол тариқасида углерод атомида электронларнинг квант ячейкалар бўйича тақсимланиш схемасини келтирамиз:



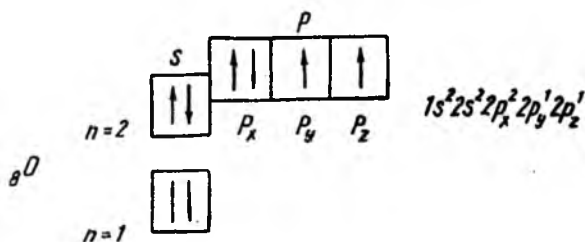
Поғоначадаги орбиталлар қуйидагича тўлади: дастлаб бир хил спинли биттадан электрон, сўнгра қарама-қарши спинли иккинчи электронлар жойлашади. $2p$ - поғоначада бир хил энергияли учта орбитал борлиги сабабли, иккита $2p$ - электрондан ҳар бири биттадан орбитални эгаллайди (масалан, p_x ва p_y). Битта орбитал (p_z) бўш қолади. Углерод атомида иккита жуфтлашмаган электрон бор. Схеманинг ўнг томонида электрон формулада электронларнинг p_x ва p_y орбиталларда жойлашуви батафсил ёзиб кўрсатилган. Бундай ёзув ҳам кўп қўлланилади.

Азот атомида $2p$ - орбиталларнинг учаласини (p_x , p_y , p_z) яқка электронлар эгаллаган:

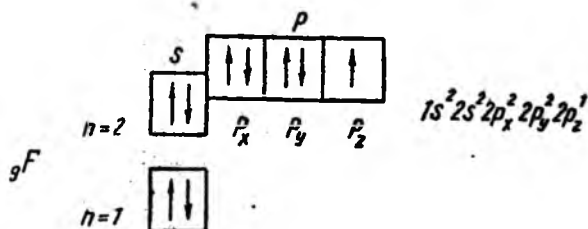


Демак, азот атомида учта жуфтлашмаган электрон бор. Бу мукамал ёзилган электрон формулада ҳам (схеманинг ўнг томонида) акс эттирилган.

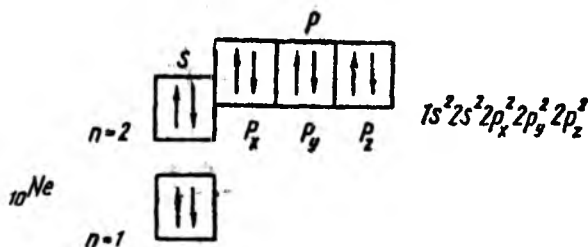
Кислород атомидан бошлаб $2p$ -орбиталлар қарама-қарши спинли иккинчи электрон билан тўлиб боради:



Кислород атомида иккита жуфтлашмаган электрон бор. Фтор атомида битта жуфтлашмаган электрон бор:



Шундай қилиб, электронларни квант ячейкаларга жойлаштириб, атомдаги жуфтлашмаган электронлар сони-ни аниқлаш мумкин. Не атомида иккинчи поғонанинг тўлиши тугалланади:



Саккизта ташқи электрон ($s^2 p^6$) тўртта икки электрон булутли жуда барқарор структурани ҳосил қилади. Неон атомида барча электронлар жуфтлашган. Неон — нодир $г$

2.8- §. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасини назарий асослаш

Энергетик поғоналар (электрон қаватлар) ва поғоначаларнинг (қаватчаларнинг) электронлар билан тўлиш тартиби Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системасини назарий жиҳатдан асослаб беради. I ва II даврлардаги элементларнинг электрон формулаларини (2.7- §) кўздан кечириб, шундай хулосага келиш мумкин: давр атомининг ташқи поғонасида битта s - электрон бўладиган элемент билан бошланади: I даврда бу водород, қолган даврларда — ишқорий металллар. Давр нодир газ билан тугалланади: биринчиси — гелий билан ($1s^2$) қолган даврлар — атомларининг ташқи поғонасининг электрон конфигурацияси ns^2np^6 бўлган элементлар билан тугалланади.

Шундай қилиб, I даврда иккита элемент бор; водород ($Z=1$) билан гелий ($Z=2$). II давр литий ($Z=3$) элементи билан бошланади ва неон ($Z=10$) билан тугайди. Иккинчи даврда саккизта элемент бор. III давр натрий ($Z=11$) билан бошланади, унинг электрон конфигурацияси $1s^22s^2, 2p^63s^1$. Учинчи энергетик поғонанинг тўлиши натрийда бошланган. Бу жараён инерт газ аргонда ($Z=18$) тугалланади, унинг $3s$ - ва $3p$ - поғоначалари батамом тўлган. Аргоннинг электрон формуласи: $1s^22s^22p^63s^23p^6$. Натрий — литийнинг, аргон — неоннинг аналог. II даврдаги каби III даврда ҳам саккизта элемент бор.

IV давр калий ($Z=19$) билан бошланади, унинг электрон тузилиши $1s^22s^22p^63s^23p^64s^1$ формула билан ифодаланади. Калийнинг 19- электрони $4s$ - поғоначани эгаллаган, унинг энергияси $3d$ - поғоначанинг энергиясидан кам бўлади (2.3- расмга қ.). Ташқи $4s$ - электрон элементга натрийнинг хоссаларига ўхшаш хоссалар бахш этади. Кальцийда ($Z=20$) $4s$ - поғонача иккита электрон билан тўлган $1s^22s^22p^63s^23p^64s^2$. Скандий ($Z=21$) элементидан бошлаб $3d$ - поғоначанинг тўлиши бошланади, чунки у $4p$ - поғоначага нисбатан энергия жиҳатдан афзалроқдир (2.3- расмга қ.). $3d$ - поғоначанинг бешта орбиталини ўнта электрон эгаллаш мумкин, скандийдан рухгача ($Z=30$) бўлган элементларнинг атомларида ана шундай бўлади. Шу сабабли Sc нинг электрон тузилиши $1s^22s^22p^63s^23p^63d^14s^2$ формулага, рухники* — $1s^22s^22p^63s^23p^63d^104s^2$ формулага мувофиқ келади. Инерт га:

криптонгача ($Z=36$) бўлган кейинги элементларнинг атомларида $4p$ -поғонача тўлиб боради. IV даврда 18-элемент бор.

V даврда рубидийдан ($Z=37$) инерт газ ксенонгача ($Z=54$) бўлган элементлар жойлашган. Уларнинг энергетик поғоналарининг тўлиши ҳам IV давр элементларидаги каби бўлади: Rb ва Sr дан кейин иттрийдан ($Z=39$) кадмийгача ($Z=48$) бўлган ўнта элементда $4d$ -поғонача тўлади, шундан кейин электронлар $5p$ -поғоначани эгаллайди. IV даврдаги каби V даврда ҳам 18 элемент бор.

VI даврдаги цезий ($Z=55$) ва барий ($Z=56$) элементларининг атомларида $6s$ -поғонача тўлади. Лантанда ($Z=57$) битта электрон $5d$ -поғоначага ўтади, шундан кейин бу поғоначанинг тўлиши тўхтайди ва $4f$ -поғонача тўла бошлайди, унинг етти та орбиталини 14 электрон эгаллаши мумкин. Бу ҳол $Z=58 - 71$ бўлган лантаноид элементлар атомларида содир бўлади. Бу элементларда ташқаридан учинчи поғонанинг ички $4f$ -поғоначаси тўлганлиги сабабли уларнинг кимёвий хоссалари бир-бирига анча яқин бўлади. Гафнийдан ($Z=72$) бошлаб d -поғоначанинг тўлиши яна бошланади ва симобда ($Z=80$) тугалланади, шундан кейин электронлар $6p$ -поғоначани тўлдира бошлайди. Поғонанинг тўлиш жараёни инерт газ радонда ($Z=86$) тугалланади. VI даврда 32 элемент бор.

VII давр — тугалланмаган давр электрон поғоналарнинг электронлар билан тўлиши VI даврдагига ўхшаш. Франция ($Z=87$) билан радийда ($Z=88$) $7s$ -поғонача тўлгандан кейин актинийда электрон $6d$ -поғоначага ўтади, шундан кейин $5f$ -поғонача 14 электрон билан тўла бошлайди. Бу ҳол $Z=90 - 103$ бўлган актиноид элементларнинг атомларида содир бўлади. 103-элементдан кейин курчатовий ($Z=104$), нильсборий ($Z=105$), $Z=106$ ва $Z=107$ элементларда $6d$ -поғонача тўлиб боради. Лантаноидлар каби актиноидларнинг ҳам кўпчилик кимёвий хоссалари бир-бирига ўхшаш бўлади.

Охирида қайси поғонача электронлар билан тўлишига қараб барча элементлар тўрт типга (ойлага) бўлинади*.

1. s -элементар; ташқи поғонанинг s -поғоначаси электронлар билан тўлади. Буларга ҳар қайси даврнинг дастлабки икки элементи киради.

* $3d$ -поғонача $4s$ -поғоначадан кейин тўлса ҳам формулада ундан олдин қўйилади, чунки шу поғонадаги барча поғоначалар кетма-кет ёзилади.

2. *p*-элементар; ташқи погонанинг *p*-поғоначаси электронлар билан тўлади. Булар ҳар қайси даврдаги (I ва VII даврдан ташқари) охириги 6 элементдир.

3. *d*-элементар; ташқаридан иккинчи погонанинг *d*-поғоначаси электронлар билан тўлади, ташқи поғонада эса битта ёки иккита электрон қолади (Pd да — ноль). Уларга катта даврларнинг *s*- ва *p*-элементлари орасида жойлашган декадаларидаги элементлар киради (улар оралиқ элементлар ҳам дейилади).

4. *f*-элементар; ташқаридан учинчи погонанинг *f*-поғоначаси электронлар билан тўлади, ташқи поғонада эса иккита электрон қолади. Булар лантаноидлар ва актиноидлардир.

Даврий системада *s*-элементлар 14 та, *p*-элементлар 30 та, *d*-элементлар 35 та, *f*-элементлар 28 та. Бир турдаги элементларнинг қўпгина умумий кимёвий хоссалари бўлади.

Шундай қилиб, Д. И. Менделеевнинг даврий системаси кимёвий элементларнинг атомларнинг электрон структурасига асосланган табиий классификациясидир. Элементнинг даврий системанинг тегишли даврида ва группачасида жойлашганлигига қараб атомнинг электрон структураси, демак, элементнинг хоссалари ҳақида фикр юритилади. Даврларда элементлар сонининг турличалиги электрон поғоналарнинг тўлиб бориш қонунияти билан тушунтирилади.

2.9- §. Атомларнинг тузилиши ҳақидаги таълимот асосида даврий қонун ва даврий система

Атомларнинг тузилиши ҳақидаги таълимот даврий қонуннинг чуқур физик маъносини очиб берди.

2.4- § да кўрсатилганидек, атомнинг асосий характеристикаси ядросининг мусбат зарядидир. Бу атомнинг ва, демак, элементнинг анча умумий ва аниқ характеристикаси ҳисобланади. Ядронинг заряди атомнинг электрон қобиғидаги электронлар сонини, атомнинг тузилишини ва шу билан элементнинг барча хоссаларини ҳамда унинг даврий системада жойлашган ўрнини аниқлаб беради. Шу муносабат билан қонуннинг таърифи ҳам қисман ўзгарди.

Д. И. Менделеев даврий қонунининг ҳозирги таърифи куйидагича:

кимёвий элементларнинг хоссалари, шунингдек, элементлар бирикмаларининг шакли ва хоссалари улар атомлари ядросининг зарядига даврий равишда боғлиқдир.

Қонуннинг бундай таърифи Д. И. Менделеев берган таърифга ҳеч зид келмайди, у фақат янги маълумотларга асосланади, бу маълумотлар қонун ва системани илмий жиҳатдан асослайди ва уларнинг тўғридигини тасдиқлайди. Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системаси даврий қонунни ва шу билан элементлар атомларининг тузилишини ҳам акс эттиради.

Атомларнинг тузилиш назарияси элементлар хоссаларининг даврий ўзгаришини тушунтириб беради. Атом ядролари мусбат зарядларининг 1 дан 107 гача ортиб бориши ташқи энергетик поғона тузилишининг такрорланишига сабаб бўлади. Элементларнинг хоссалари ташқи поғонадаги электронлар сонига боғлиқ бўлганлиги учун бу кўрсаткич ҳам даврий равишда такрорланади. Даврий қонуннинг ф и з и к м а ъ н о с и ана шундан иборатдир.

К и ч и к д а в р л а р д а атомлар ядроларининг мусбат заряди ортиб бориши билан ташқи поғонадаги электронлар сони ҳам ортиб боради. (I даврда 1 дан 2 гача, II ва III даврларда — 1 дан 8 га қадар), шу сабабли элементларнинг хоссалари ўзгаради: даврнинг бошида (I даврдан ташқари) ишқорий металл туради, сўнгра металл хоссалар аста-секин сусаяди ва металлмаслик хоссалар кучайиб боради.

К а т т а д а в р л а р д а ядроларнинг заряди ортиши билан поғоналарга электронлар тўлиши мураккаброқ кечадиги (2.8- § га қ.), шу сабабли элементларнинг хоссаларидаги ўзгариш ҳам кичик даврларнинг элементларидагига қараганда мураккаброқ бўлади. Масалан, катта даврларнинг жуфт қаторларида заряд катталашиши билан ташқи поғонадаги электронлар сони ўзгармайди ва 2 ёки 1 га тенг бўлади. Шу сабабли ташқаридан олдинги поғона электронлар билан тўлаётганда бу қаторларда элементларнинг хоссалари жуда секин ўзгаради. Тоқ қаторларда ядро заряди ортиши билан ташқи поғонадаги электронлар сони кўпайганида (1 дан 8 гача) элементларнинг хоссалари типик элементлардаги каби ўзгара бошлайди.

Даврий системанинг қисқа шаклдаги вариантыда одатда қаторлар ажратиб кўрсатилади. Лекин ҳозирги вақтда бу тушунча физикавий маъноси йўқлиги сабабли кам қўлланилади.

Атомларнинг тузилиши ҳақидаги таълимот асосида қаралганда Д. И. Менделеевнинг барча элементларни етти даврга бўлганлиги асосли эканлиги кўринади. Даврнинг номери атомларнинг электронлар билан тўладиган энергетик поғоналари сонига мос келади. Шу сабабли s -элементлар барча даврларда, p -элементлар II ва ундан кейинги даврларда, d -элементлар — IV ва ундан кейинги даврларда ва f -элементлар — IV ҳамда VII даврларда бор.

Группаларнинг группачаларга бўлинишини ҳам осон тушунтириш мумкин, бундай бўлиниш энергетик поғоналарнинг электронлар билан тўлишидаги фарққа асосланган. Бош группачалар элементларида ташқи поғоналарнинг s -поғоначалари (булар s -элементлар) ёки p -поғоначалари (булар p -элементлар) тўлади. Ёнаки группачаларнинг элементларида ташқаридан иккинчи поғонанинг d -поғоначаси тўлади (булар d -элементлар). Лантаноид ва актиноидларда тегишлича $4f$ - ва $5f$ -поғоначалар тўлади (булар f -элементлар). Шундай қилиб, ҳар қайси группачага атомларининг ташқи электрон поғоналарининг тузилиши ўхшаш бўлган элементлар бирлашган. Бунда бош группачалардаги элементлар атомларининг ташқи поғоналаридаги электронлар сони группа номерига тенг бўлади. Ёнаки группачаларга эса атомларининг ташқи поғонасида иккита ёки биттадан электрон бўладиган элементлар киради.

Битта группанинг турли группачаларидаги элементлар атомларининг тузилишидаги фарқ хоссаларидаги фарқни келтириб чиқаради. Масалан, галогенлар группачасидаги элементлар атомларининг ташқи поғонасида еттидан электрон, марганец группачасидагиларда — иккитадан электрон бўлади. Галогенлар типик металлмаслар, марганец группачасидагилар металллардир.

Лекин бу группачалар элементларининг умумий хоссалари ҳам бор: уларнинг ҳаммаси (фтор F дан ташқари) кимёвий реакцияга киришганида кимёвий боғланиш ҳосил қилишга 7 тадан электронини бериши мумкин. Бунда марганец группачасидаги атомлар ташқи поғонасидан

2 электрон, ташқаридан олдинги поғонасидан 5 электрон беради. Шундай қилиб, ёнаки группачаларнинг элементларида фақат ташқи поғонанинг эмас, балки ташқаридан олдинги поғонанинг электронлари ҳам валент электронлар ҳисобланади, бош ва ёнаки группачаларнинг элементлари хоссаларидаги асосий фарқ ана шундан иборат.

Бундан группанинг рақами одатда, кимёвий боғланиш ҳосил бўлишида иштирок эта оладиган электронлар сонини кўрсатади, деган худоса келиб чиқади. Группа номерининг физикавий маъноси ана шундадир.

Шундай қилиб, атомларнинг тузилиши иккита қонуниятни келтириб чиқаради: 1) элементлар хоссаларининг **г о р и з о н т а л б ў й л а б ўзгариши** — даврда чапдан ўнгга борган сари металллик кучаяди; 2) элементлар хоссаларининг **в е р т и к а л б ў й л а б ўзгариши** — группачадан тартиб номери катталашishi билан металллик хоссалари кучаяди ва металлмаслик хоссалар сусаяди. Бундай ҳолда элемент (ва системанинг катакчаси) горизонтал билан вертикалнинг кесишган жойида бўлади ва ана шунинг хоссаларини белгилайди. Бу ҳол изотоплари сунъий йўл билан олинадиган элементларни топиш ва хоссаларини баён қилишга ёрдам беради. Агар VIII давр элементларининг изотоплари олинса, уларнинг энг муҳим кимёвий хоссалари даврий системада жойлашган ўрнига қараб аниқланади. Элементнинг системада жойлашган ўрни давр ва группанинг номери билан аниқланади, элементнинг ўрни тушунчасини биринчи бўлиб Д. И. Менделеев киритган.

Водороднинг даврий системада жойлашган ўрнини атом тузилиши нуқтаи назаридан тушунтириш мумкин. Водород атомининг битта электрони бор, уни бошқа элементларнинг атомларига бериши мумкин. Даврларни бошлаб берадиган барча элементларнинг — Li, Na, K, Rb, Cs, Fr атомлари ана шундай хоссани намоён қилганлиги сабабли водород ҳам I группанинг бош группачасида туриши керак. Иккинчи томондан, водород атоми галогенларнинг атомлари каби битта электронни бириктириб олиш хусусиятига эга бўлганлиги ($H+e=H^+$), яъни металлмаслик хоссаларини намоён қилганлиги сабабли у VII группанинг бош группачасида жойлашishi керак. Водороднинг кимёвий хусусиятидаги бундай икки тарафламалик сабабли уни иккита группачага жойлаштирадilar. Бунда группачалардан бирида элементнинг симболи қавс ичига олиб ёзилади.

Даврий системанинг тўртта жойида элементларнинг жойлашган ўрни атом массаларининг ортиб бориш тартибига мос келмайди:

Ar (39,948) — K (39,102); Co (58,933) — Ni (58,71);
Te (127,60) — J (126,904); Th (232,038) — Pa (231).

Бундай четга чиқишни даврий системанинг камчилиги деб ҳисобладилар. Атом тузилиши ҳақидаги таълимот бу четга чиқишларни изоҳлаб берди. Юқорида биз элементнинг хоссалари атом массасига эмас, балки ядронинг мусбат заряди қийматига боғлиқ, деган хулосага келган эдик. Юқорида кўрсатилган тўртта элементлар жуфти ядроларининг зарядини тажрибада аниқлаш Менделеев уларни тўғри жойлаштирганлигини исботлади:

$_{18}\text{Ar} - _{19}\text{K}, _{27}\text{Co} - _{28}\text{Ni}; _{52}\text{Te} - _{53}\text{J}; _{90}\text{Th} - _{91}\text{Pa}$

Аргоннинг атом массаси калийнинг атом массасидан катта эканлигини (бошқа жуфтларнинг ҳам) қандай тушунтириш мумкин? Маълумки, элементнинг атом массаси изотоплари масса сонларининг ўртача қиймати сифатида олинади. Аргоннинг атом массаси асосан масса сони катта бўлган изотопи билан (у табиатда кўп миқдорда учрайди) аниқланса керак, калийда эса масса сони кичик бўлган изотопи кўп бўлади (2.4- § га қ.). Шундай қилиб, даврий системанинг нуқсони йўқ ва атом ядролари зарядларининг қиймати жиҳатидан элементлар тўғри жойлаштирилган.

Элементлар ядроларининг зарядини тажрибада аниқлаш водород билан уран орасидаги элементларнинг сонини, шунингдек, лантаноидларнинг сонини аниқлашга имкон берди. Ҳозирги вақтда даврий системадаги жойларнинг ҳаммаси тулган ва $Z=1$ билан $Z=109$ оралиғида янги элементлар Ерда ҳам, коинотда ҳам кашф этилиши мумкин эмас.

Ҳақиқатан ҳам, Ерда олиб тушилган Ой тупроғи кимёвий анализ қилинганда фақат даврий системада бор элементларгина топилди. Лекин даврий система тугалланган эмас. Янги трансурани элементлар кашф этилиши мумкин.

2.10- §. Атомларнинг даврий хоссалари

Атомларнинг ўлчами, ионланиш энергияси, электронга мойиллиги, электрманфийлиги, оксидланиш даражаси каби хоссалари атомнинг электрон конфигурацияси билан боғлиқ. Элементнинг тартиб номери ортиши билан бу хоссаларнинг ўзгаришида даврийлик кузатилади.

Атомларнинг қатъий муайян чегараси бўлмайди, бунга сабаб электронларнинг тўлқин табиатли эканлигидир. Ҳисоблашларда *эффектив ёки шартли радиуслар* деган тушунчалардан, яъни кристалл ҳосил бўлишида бир-бирига яқинлашган шарсимон атомларнинг радиусларидан фойдаланилади. Одатда улар рентгенометриқ маълумотлардан ҳисоблаб топилади.

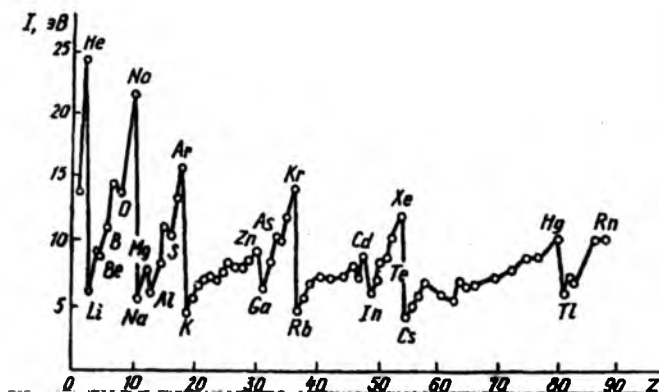
Атомнинг радиуси — унинг муҳим характеристикаси. Атом радиуси қанча бўлса, ташқи электронлар атомда шунча бўш тутиб турилади. Аксинча, атом радиуси кичрайиши билан электронлар ядрога кучлироқ тортилади.

Даврда атом радиуси умуман чапдан ўнгга томон кичрайиб боради. Бунга сабаб ядронинг заряди ортиши билан электронларнинг тортилиш кучи ортишидир. Гурппачаларда юқоридан пастга атом радиуси катталашиб боради, чунки қўшимча электрон қават қўшилиши натижасида атомнинг ҳажми ва демак, унинг радиуси катталашади.

Ионланиш энергияси — бу энг бўш боғланган электронни атомдан узиш учун зарурий энергия. У одатда электрон-вольтларда ифодаланadi. Электрон атомдан узилиб чиққанда тегишли катион ҳосил бўлади.

Битта даврдаги элементлар учун ионланиш энергияси ядро заряди ортиши билан чапдан ўнгга томон кўпайиб боради. Гурппачада бу энергия электрон ядродан узоқлашиши туфайли юқоридан пастга томон камайиб боради. Ядро заряди ортиши билан атомлар ионланиш энергиясининг ўзгариши график тарзда 2.6- расмда кўрсатилган.

Ионланиш энергияси элементларнинг кимёвий хоссалари билан боғланган. Масалан, ионланиш энергияси кичикроқ бўлган ишқорий металллар яққол ифодаланган металллик хоссаларга эга бўлади. Нодир газларнинг кимёвий-инертлиги уларнинг ионланиш энергиясининг қиймати ниҳоятда катталиги билан боғлиқ.



2.6- расм. Атомнинг ионланиш энергиясининг элементнинг тартиб номерига боғлиқ ҳолда ўзгариши.

Атомлар фақат электрон берадигина эмас, балки бириктириб олиши ҳам мумкин. Бунда тегишли анион ҳосил бўлади. Атомга битта электрон бириктириб олинганида ажралиб чиқадиган энергия *электронга мойиллик* дейилади. Ионланиш энергияси каби электронга мойиллик ҳам одатда электрон-вольтларда ифодаланади. Электронга мойилликнинг қиймати кўпчилик элементлар учун номатълум; уни ўлчаш анча қийин иш. Ташқи поғонасида 7 тадан электрон бўладиган галогенларда электронга мойилликнинг қиймати энг катта бўлади. Бу ҳол давр охирига яқинлашган сари элементларнинг металлмаслик хоссалари кучайишини кўрсатади.

Электрманфийликка 1932 йилда америка олими Л. Полинг таъриф берди. У электрманфийликнинг биринчи шкаласини таклиф этди. Полингнинг таърифига кўра, **электрманфийлик** атомнинг бирикмада ўзига электронларни тортиш хусусиятидир.

Бунда валент электронлар, яъни кимёвий боғланиш ҳосил бўлишида иштирок этадиган электронлар назарда тутилади. Равшанки, нодир газларда электрманфийлик бўлмайди, чунки улар атомларининг ташқи поғонаси тугалланган ва барқарордир.

Миқдорий характеристика бериш учун электрманфийликнинг ўлчами сифатида атомнинг ионланиш энергияси (I) билан электронга мойиллигининг (E) арифметик йиғиндисига тенг энергияни ҳисоблаш таклиф этилган, яъни

$$X=I+E,$$

бунда X — атомнинг, ва демак, элементнинг электрманфийлиги.

Мисол тариқасида фтор ва литий учун X ни аниқлаймиз. Маълумотнома жадвалларидан $I_F=17,42$ эВ, $E_F=3,62$ эВ, $I_{Li}=5,39$ эВ, $E_{Li}=0,22$ эВ занлигини топамиз (билвосита йул билан ҳисоблаб топилган). У ҳолда $X_F=17,42+3,62=21,04$ эВ, $X_{Li}=5,39+0,22=5,61$ эВ.

Фтор учун $I+E$ қиймат энг катта бўлади, шу сабабли у энг электрманфий элемент ҳисобланади. Ишқорий металлларнинг атомлари учун электрманфийлик қийматлари энг кичик бўлади.

Одатда литийнинг электрманфийлиги бир деб қабул қилинади ва бошқа элементларнинг электрманфийлиги унга таққосланади. Шунда элементлар нисбий электрманфийлигининг (уни x орқали белгилаймиз) оддий ва таққослаш учун қулай қийматлари олинади:

$$X_{Li} = 1; \quad X_F = \frac{21,04}{5,61} \approx 4$$

Ҳозирги вақтда нисбий электрманфийликлар жадвали кенг тарқалган, уни тузишда атомларнинг электрон тузилиши ва уларнинг радиуслари ҳақидаги энг янги маълумотлардан фойдаланилган (2.2- жадвал).

Шуни таъкидлаб ўтиш керакки, кимёга доир турли китобларда келтирилган нисбий электрманфийлик қийматлари бир-биридан қисман фарқ қилади. Бунга сабаб уларнинг муайян фаразлар ва тахминлар асосида турли усуллар билан ҳисоблаб топилганлигидир.

Элементларнинг электрманфийлик қийматларини францийдан (0,86) фторга (4,10) қадар таққослаб (2.2- жадвал), нисбий электрманфийлик даврий қонунга бўйсунлигини осон пайқаш мумкин: даврда у элементнинг номери катталашishi билан ортади, гурпуада — камаяди. Унинг қиймати элементларнинг металлмаслик ўлчови бўлиб хизмат қилади. Равшанки, нисбий электрманфийлик қанча катта бўлса, элемент металлмаслик хоссаларини шунча кучли намоён қилади.

2.2- ж а д в а л. Элементларнинг нисбий электрманфийликлари

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
I	H 2,1								He —	
II	Li 0,97	Be 1,47	B 2,01	C 2,50	N 3,07	O 3,5	F 4,10		Ne —	
III	Na 1,01	Mg 1,23	Al 1,47	Si 1,74	P 2,1	S 2,6	Cl 2,83		Ar —	
IV	K 0,91	Ca 1,04	Sc 1,20	Ti 1,32	V 1,45	Cr 1,56	Mn 1,60	Fe 1,64	Co 1,70	Ni 1,75
	Cu 1,75	Zn 1,66	Ga 1,82	Ge 2,02	As 2,20	Se 2,48	Br 2,74			Kr —
V	Rb 0,89	Sr 0,99	Y 1,11	Zr 1,22	Nb 1,23	Mo 1,30	Tc 1,36	Ru 1,42	Rh 1,45	Pd 1,35
	Ag 1,42	Cd 1,46	In 1,49	Sn 1,72	Sb 1,82	Te 2,01	I 2,21			Xe —
VI	Cs 0,86	Ba 0,97	La* 1,00	Hf 1,23	Ta 1,33	W 1,40	Re 1,46	Os 1,52	Ir 1,55	Pt 1,44
	Au 1,42	Hg 1,44	Tl 1,44	Pb 1,55	Bi 1,67	Po 1,76	At 1,90			Rn —
VII	Fr 0,86	Ra 0,97	Ac** 1,00	* Лантаноидлар 1,08-1,14 ** Актиноидлар 1,11-1,2						

2.2- жадвалдан яна шу нарсa кўриниб турибдики, металлмаслар нисбий электрманфийлигининг катталиги, металллар — кичиклиги билан характерланади. Элементлар кимёвий ўзарo таъсирлашганда электронлар нисбий электрманфийлиги кичик атомдан нисбий электрманфийлиги катта атомга томон силжийди.

Оксидланиш даражаси ҳақида 3.9- § га қ.

2.11- §. Даврий қонуннинг ва атомлар тузилиш назариясининг аҳамияти

Д. И. Менделеевнинг даврий қонуни нихоятда катта аҳамиятга эга. У ҳозирги кимёга асос солди, уни бир бутун фанга айлантирди. Элементлар бир-бири билан ўзарo бог-

лиқликда ударнинг даврий системадаги ўрнига қараб кўриб чиқиладиган бўлди. Н. Д. Зелинский айтиб ўтганидек, даврий қонун «дунёдаги барча атомларнинг ўзаро боғлиқлигининг кашф этилиши» бўлди.

Кимё тавсиф билан чекланган фандан ҳақиқий фанга айланди. Даврий қонун кашф этилиши билан кимёда илмий башорат қилиш мумкин бўлиб қолди. Янги элементларни ва уларнинг бирикмаларини олдиндан айтиш ва тавсифлаш имконияти яратилди. Бунга ажойиб мисол — Д. И. Менделеевнинг ўша вақтда ҳали кашф этилмаган элементлар мавжудлигини олдиндан айтганлигидир, улардан учтасининг — Ga, Sc ва Ge нинг хоссаларини Менделеев аниқ баён қилиб берди.

Д. И. Менделеев қонуни асосида системанинг $Z=1$ элементдан $Z=92$ элементгача бўлган барча бўш катаклари тўлдирилди, шунингдек, трансуран элементлар кашф этилди. Бугунги кунда ҳам бу қонун янги кимёвий элементларни кашф этиш ёки сунъий йўл билан олиш учун йўл кўрсаткич бўлиб хизмат қилмоқда. Масалан, даврий қонунга асосланиб, агар $Z=114$ элемент синтез қилинса, у кўргошиннинг аналог (экакўргошин), агар $Z=118$ элемент синтез қилинса, у нодир газ (экарадон) бўлади, дейиш мумкин.

Газлар даврий системада даврларни тугалдайди ва VIII группанинг бош группасини ташкил этади. «Даврий қонун кашф этилгунга қадар, — деб ёзган эди. Д. И. Менделеев, — элементлар табиатнинг бир-бирига боғланмаган тасодифий ҳодисалари эди; бирор янги элемент кашф этилишини кутиш учун асос йўқ, янги топилганлари эса батамом кутилмаган янгилик ҳисобланарди. Даврий қонуният ҳали кашф этилмаган элементларни биринчи бўлиб узоқдан кўришга имкон берди. Даврий қонуният дурбинини тақмаган киши уларни кўра олмас эди»*.

Даврий қонун элементларнинг атом массаларини тўғрилашда асос бўлиб хизмат қилди. Д. И. Менделеев 20 та элементнинг атом массасини тузатди, шундан кейин бу элементлар даврий системада ўз ўрнини эгаллади.

Даврий қонуннинг катта умумилмий ва фалсафий аҳа-

* Д. И. Менделеев. Периодический закон химических элементов. М. Л., Госхимтехиздат, 1934, 79- бет.

мияти шундан иборатки, у табиат ривожланишининг энг умумий қонуларини (қарама-қаршиликларнинг бирлиги ва уларнинг қураши, миқдор ўзгаришларнинг сифат ўзгаришларига ўтиши, инкорни-инкор қонуни) тасдиқлаб берди.

Даврий қонун ва даврий система табиёт фанининг ривожланишида жуда катта роль ўйнади ва ҳозир ҳам аҳамияти катта.

Д. И. Менделеевнинг даврий қонуни ва даврий системаси асосида атом тузилиши ҳақидаги таълимот тез ривожланди. У даврий қонуннинг физик маъносини очиб берди ва элементларнинг даврий системада жойлашган ўрнини тушунтириб берди. Атом тузилиши ҳақидаги таълимотнинг тўғрилиги доимо даврий қонун билан текшириб келинди. Мана яна бир мисол. 1921 йилда Н. Бор Д. И. Менделеев 1870 йилда мавжудлигини олдиндан айтган $Z=72$ элемент атомининг тузилиши цирконий атомининг тузилишига ўхшаш бўлишини (Zr — 2.8.18.10.2, Hf — 2.8.18. 32.10.2), шу сабабли уни цирконий минераллари орасидан излаш дозимлигини кўрсатиб берди. Ана шу маслаҳатта асосланиб. 1922 йилда венгр кимёгари Д. Хевеш билан голланд физиги Д. Костер норвегия цирконий рудасида $Z=72$ элементни кашф этдилар ва уни гафний деб атадилар (Копенгаген шаҳрининг — элемент кашф этилган жойнинг латинча номидан олинган). Бу атом тузилиши назариясининг катта тантанаси эди: атом тузилиши асосида элементнинг табиатда жойлашган ўрни олдиндан айтиб берилди.

Атом тузилиши ҳақидаги таълимот атом энергиясининг кашф этилишига ва ундан одам эҳтиёжлари учун фойдаланилишига олиб келди. Даврий қонун XX асрда кимё ва физикадаги барча кашфиётларнинг асосий манбаи бўлди, десак муболаға бўлмайди. У бошқа кимёга яқин фанларнинг ривожланишида жуда катта роль ўйнади.

Даврий қонун ва система ҳозирги кимё фани ва саноатининг масалаларини ҳал қилишда асос бўлади. Д. И. Менделеевнинг кимёвий элементлар даврий системасини эътиборга олган ҳолда янги полимер ва ярим ўтказгич материаллар, иссиқбардош қотишмалар, олдиндан белгиланган хоссали материаллар олишга, ядро энергиясидан фойдаланишга доир ишлар олиб борилмоқда, Ер бағри, Космос текширилмоқда.

Даврий системанинг педагогик аҳамияти ҳам улкандир — у ўрта ва олий мактабда кимё ўқитишнинг илмий асоси бўлиб хизмат қилади.

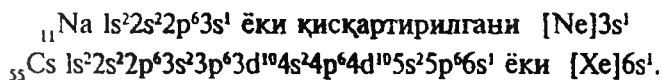
2.12- §. Намунавий масалалар ечиш

1- масала. Тартиб рақами 42 бўлган элемент Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг қайси группасида ва қайси даврда жойлашган?

Ечиш. Даврий системада элементлар атомларининг тузилишига мувофиқ қуйидагича жойлашган: биринчи даврда 2 та, иккинчида 8 та, учинчида 8 та. Учинчи давр тартиб номери 18 ($2-8-8=18$) бўлган элемент билан тугайди. Тўртинчи даврда 18 элемент бор, яъни у тартиб номери 36 бўлган элемент билан тугайди. Бешинчи даврда ҳам 18 элемент бор, шу сабабли тартиб номери 42 бўлган элемент бешинчи даврга ўтади. У олтинчи ўринни эгаллайди, демак олтинчи группада бўлади. Бу элемент — молибден (Mo).

2- масала. Натрий ва цезий элементларида қайси бирида металл хоссалар яққолроқ ифодаланган?

Ечиш. Натрий билан цезий атомлари электрон қобикларининг тузилишини қуйидагича тасаввур этиш мумкин:



Кўриниб турибдики, атомларнинг ташқи энергетик поғонасида биттадан электрон бор. Лекин цезий атомида ташқи электрон ядродан узоқроқ жойлашган (олтинчи энергетик поғонада, натрийники — учинчи поғонада), бинобарин у ядродан осон узилади. Металлик хоссалар электронлар бериш хусусияти билан белгилангани учун улар цезийда кучлироқ ифодаланган.

3- масала. VI группа бош группачасининг элементлари водород билан қандай бирикмалар ҳосил қилади? Улардан энг барқарор ва энг беқарор бирикманинг номини айтинг.

Ечиш. VI группанинг бош группачасидаги элементлар — *p*- элементлар. Уларнинг ташқи электрон поғонасида 6 тадан электрон бўлади: $ns^2 np^4$. Демак, улар водород билан

ҳосил қилган бирикмаларида — 2 оксидланиш даражасини намоён қилади. Бирикмаларнинг формулалари: H_2O , H_2S , H_2Se , H_2Te , H_2Po .

Элементнинг тартиб рақами ортиши билан (кислороддан подонийга томон) атомнинг радиуси катталашади, бу эса водород билан ҳосил қилган бирикмасининг (H_2O дан H_2Po га томон) барқарорлиги камайишига сабаб бўлади. Шундай қилиб, юқорида айтилган бирикмалардан энг пухтаси (барқарори) сув H_2O , энг беқарори — H_2Po .

4- масала. Даврий системада жойлашган ўрнига қараб, тартиб рақами 23 бўлган элементнинг кимёвий хоссаларини айтиб беринг.

Ечиш. Даврий системага қараб, тартиб рақами 23 бўлган элемент VI даврда V группанинг ёнаки группасида эканини аниқлаймиз. Бу элемент — ванадий V. Ванадийнинг электрон формуласи



Электрон формуласига кўра ванадий — d- элемент, деган хулоса чиқарамиз. Элемент 4s- поғоначасидан 2 электрони ни осон бериб, +2 оксидланиш даражасини намоён қилиши мумкин. Бунда у оксид VO ва гидроксид $\text{V}(\text{OH})_2$ ҳосил қилади, улар асос хоссага эга. Ванадий водородли газсимон бирикмалар ҳосил қилмайди, чунки ёнаки группачада жойлашган.

Ванадий атоми ташқаридан олдинги d- поғоначасидан ҳам электронлар бериши (3 электрон) мумкин, бунда у юқори оксидланиш даражаси +5 ни намоён қилади (сон жиҳатдан элемент жойлашган группа рақамига тенг). Юқори оксидланиш даражасига мос келадиган оксиди V_2O_5 . Бу оксид кислота хоссаларига эга. Унга гидроксид сифатида беқарор метаванадат кислота HVO_3 мувофиқ келади (унинг тузлари — ванадатлар — барқарор бирикмалар).

Изотоплар. Ядро реакциялари

1- масала. Табиий хлор таркибида иккита изотоп: ^{35}Cl ва ^{37}Cl бўлади. Хлорнинг ўртача нисбий атом массаси 35,45 га тенг. Хлорнинг ҳар қайси изотопининг моляр улушини аниқланг.

Ечиш. Хлорнинг ҳар 100 атомидаги ^{35}Cl атомларининг сони x бўлсин, у ҳолда ^{37}Cl атомларининг сони $(100-x)$

бўлади. ^{35}Cl атомларининг массаси $35x$ га, ^{37}Cl атомларининг массаси $37(100-x)$ га тенг.

Хлорнинг ўртача нисбий атом массасини билган ҳолда қуйидаги тенгламани тузиш мумкин:

$$\frac{35x + 37(100-x)}{100} = 35,45$$

Бу тенгламани ечсак, $x=77,5$ ва $100-x=22,5$ олинади. Демак, табиий хлор таркибида $77,5\%$ ^{35}Cl атомлари ва $22,5\%$ ^{37}Cl атомлари бўлади.

2- масала. Бор $19,6\%$ ^{10}B изотоп билан $80,4\%$ ^{11}B изотопдан таркиб топгандлиги маълум бўлса, борнинг нисбий атом массасини аниқланг.

Ечиш. Борнинг ҳар 100 атомига $19,6$ атом ^{10}B ва $80,4$ атом ^{11}B тўғри келади. Бу атомларнинг массалари тегишлича $19,6 \cdot 10(^{10}\text{B})$ ва $80,4 \cdot 11(^{11}\text{B})$ га, 100 атомнинг массаси эса $19,6 \cdot 10 + 80,4 \cdot 11$ га тенг.

Табиий борнинг нисбий атом массаси

$$\frac{19,6 \cdot 10 + 80,4 \cdot 11}{100} = 10,8$$

3- масала. Табиий бром таркибида иккита табиий изотоп бор. Улардан ^{79}Br изотопнинг моляр улуши $50,6\%$ га тенг. Элементнинг ўртача нисбий массаси $79,9$ га тенг бўлса, бром таркибига яна қандай изотоп киради?

Ечиш. Бромнинг ҳар 1000 атомига 506 атом ^{79}Br ва 494 атом бошқа изотоп тўғри келади, номаълум изотопнинг массасини x орқали белгилаймиз. Бу атомларнинг массаси $506 \cdot 79$ (^{79}Br) ва $494 x$ (бошқа изотоп) га тенг. Шундай қилиб, 1000 атомнинг массаси қуйидагига тенг:

$$506 \cdot 79 + 494x$$

битта атомнинг массаси эса

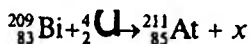
$$\frac{506 \cdot 79 + 494x}{1000} = 79,9,$$

будан $x=81$, яъни иккинчи изотоп — ^{81}Br .

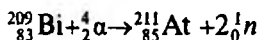
4- масала. Астат элементи (изотоп $^{211}_{85}\text{At}$) висмутнинг $^{209}_{83}\text{Bi}$ изотопини α - заррачалар (гелий атомининг ядролари) билан нурлантириш орқали одинган. Ядро реакциясининг тенгламасини тўлиқ ва қисқартирилган шаклларда ёзинг.

Ечиш. Ядро реакцияларининг тенгламаларини тузишда моддалар массасининг сақланиш қонунини эътиборга олиш зарур (бунда электронларнинг массаси ҳисобга одинмайди). Бундан ташқари, тенгламанинг чап ва ўнг қисмларида барча заррачаларнинг зарядлари ўзаро тенг бўлиши керак.

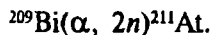
Тенгламанинг чап қисмига ўзаро таъсирлашаётган ядроларни, ўнг қисмига — реакция маҳсулотларини ёзамиз. Атомларнинг тартиб номерини ва нисбий массаларини эътиборга олиб, реакция схемасини ёзамиз:



Равшанки, x заррачанинг заряди 0 (чунки $83+2=85$) ва атом массаси $209+4-211=2$ бўлиши керак. Заряди 0 бўлган заррача — бу нейтрон ${}_0^1n$, демак, 2 та нейтрон ҳосил бўлиши керак. Тенгламанинг охириги кўриниши қуйидагича бўлади:



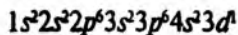
ёки қисқартирилган шаклда



Атомлар электрон қобикларининг тузилиши

1- масала. Атомининг $3d$ - поғоначасида битта электрон бўладиган элементнинг электрон формуласини ёзинг. У қайси давр, группа ва группачада жойлашган ҳамда бу элементнинг номи нима?

Ечиш. Энергия шкаласига (2.7- § ва 2.3- расмга қ.) мувофиқ, $3d$ - поғонача $4s^2$ - поғонача тўлганидан кейин тўла бошлайди:



ёки



Элементнинг даврий системадаги тартиб рақамини белгилайдиган атомдаги электронларнинг умумий сони — 21. Бу элемент — скандий. Электрон формуласидан кўриниб турибдики, бу элемент VI даврда, учинчи группда (учта валент

электрони бор $3d^4 4s^2$), ёнаки группачада жойлашган d - оила элементи).

2- масала. Тартиб рақами 20 бўлган элементнинг электрон формуласини ва қисқартирилган электрон формуласини тузинг. Электронларнинг квант катакчалар (орбиталлар) бўйича тақсимланишини кўрсатинг.

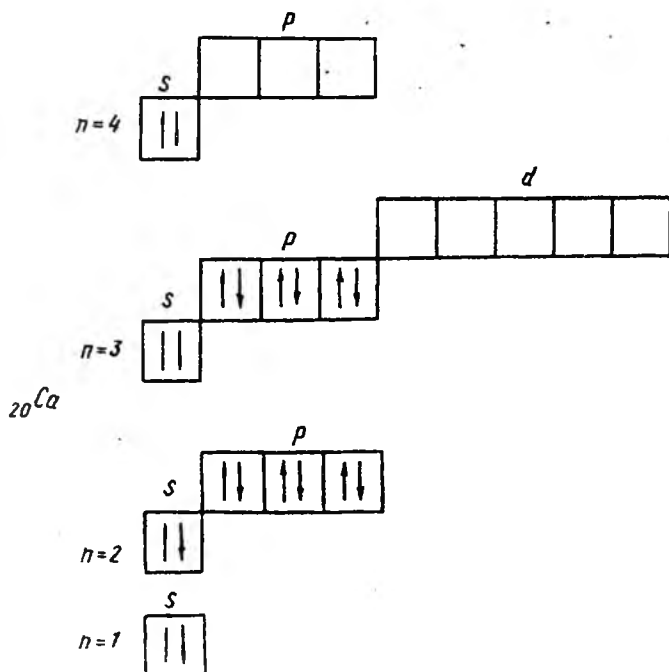
Ечиш. Тартиб рақамига қараб, атомда 20 электрон бор, деган хулоса чиқарамиз. Бу элемент — кальций. Энг кам энергия принциpigа мувофиқ (2.7- § га қ.) унинг электрон формуласи қуйидагича бўлади:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 \quad (2+2+6+2+6+2)=20$$

Электрон формуланинг янада ихчам ёзилиши қисқартирилган электрон формула дейилади ва у қуйидагича бўлади:



Унда нодир газнинг тўлган электрон поғоналарига мувофиқ келадиган қисми элементнинг ўрта қавс ичига олин-

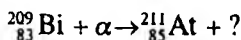


ган симболи билан белгиланади ва ёнига қолган электронлар ёзилади.

Кальций атомининг электрон формуласига электронларнинг орбиталлар бўйича қуйидагича тақсимланиши мувофиқ келади:

2- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УЛАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

2.1. Қуйидаги ядро реакцияси тенгламасини тугатинг. Реакция натижага кўра қандай заррачалари ҳосил бўлади?



- А) 2 та нейтрон; В) 2 та протон; С) протон ва нейтрон;
Д) дейтерий ядроси; Е) электрон ва нейтрон.

Ечиш: Тенгламанинг чап томонидаги заррачаларнинг масса йиғиндиси $209+4=213$ га тенг, ундан тенгламанинг ўнг томонида ҳосил бўлган изланаётган заррача массаси $213-211=2$ бўлиши керак (2.4- § га қаранг). Бундай массага дейтерий (D жавоб), 2 та нейтрон (А), 2 та протон (В) ёки протон ва нейтрон (С) мос келади. Ҳосил бўладиган заррачаларнинг ядро зарядларининг қиймати $83+2-85=0$ га тенг бўлиши керак, яъни бу заррачалар 2 та нейтрон бўлиши керак.

Жавоб: А бўлади.

2.2. Ядросидаги протонлар сони 22 та бўлган элементнинг асосий ҳолатида нечта тоқ ва жуфт электронлари бўлади?

- 1) 11 та жуфт; 2) 10 та жуфт; 3) 12 та жуфт;
4) 1 та тоқ;
5) 2 та тоқ; 6) 4 та тоқ; 7) тоқ электронлари йўқ.
А) 4, 3 В) 5, 2 С) 6, 1 Д) 7, 1 Е) 5, 3.

Ечиш: Элементларнинг ядро заряди (ёки протонлар сони) улардаги электронлар сонига тенг. 22 та электрон тутган атом (титан элементи) учун электрон конфигурация қуйидагача бўлади: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^2 3d^2$ (2, 7- § га қаранг). Бу электронларнинг 20 таси 6 та тўлган поғоначаларда жойлашиб 10 та электрон жуфтини, қолган 2 та электрон тоқ ҳолда 3d- поғоначанинг иккита катакчасида жойлашган бўлади.

Юқорида келтирилган имкониятларнинг фақат 5 ва 2 ларидаги электронлар сони тест саволини қаноатлантиради.

Жавоб: В бўлади.

2.3. Д. И. Менделеев даврий системасидаги асосий группача элементларининг қуйида айтиб ўтилган хоссалари уларнинг жадвалда юқоридан пастга тушиш тартибида қандай ўзгаради?

1) валент электронлар сони; 2) атом радиуслари; 3) ионланиш потенциали; 4) электронга мойиллик энергияси; 5) электрманфийлик; 6) электрон поғоналар сони.

А) ўзгаради, камаяди, камаяди, ортади, ўзгармайди, ортади;

В) ўзгармайди, камаяди, ортади, камаяди, камаяди, ўзгармайди;

С) ўзгармайди, ортади, камаяди, камаяди, камаяди, ортади;

Д) ўзгармайди, ортади, ортади, камаяди, камаяди, камаяди;

Е) ўзгармайди, ортади, ортади, камаяди, ортади, ортади

Ечиш: Даврий системанинг асосий группачасида s - ва p - элементлар жойлашган. Ҳар бир группачада юқоридан пастга тушиш тартибида элемент атомларида қуйидаги ўзгаришлар кузатилади:

— давр тартиб рақами ортиб бориши билан элементлар атомларининг радиуси ҳам ортиб боради (2.10- § га қаранг), чунки ядро атрофидаги электрон қобиклар (поғоналар) сони ҳам ортиб боради;

— шу сабабли, давр тартиб рақами ортиб бориши туфайли валент поғона электронларининг ядрога тортилиш энергияси камаяди, яъни атомларнинг ионланиш энергияси кичиклашиб боради;

— валент поғонасидаги электронлар сони ортиб бориши туфайли элементларнинг электрон қобикларига электрон бириктириб олиши осонлашади, бунда маълум даражада электронга мойиллик энергияси ортади. Бу энергиянинг қиймати юқоридан пастга тушиш йўналишида камайиб боради, шу тартибда элементларнинг металлмаслик хусусияти камаяди; шу тартибда атомларнинг электрманфийлик қиймати ҳам камаяди (2.2- жадвалга қаранг), бу хусусият эле-

ментларнинг металлмаслик хоссасининг нисбий ўлчами бўлиб хизмат қилади.

Жавоб: С тўғри бўлади.

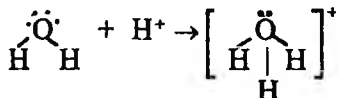
2.4. Куйидаги моддаларнинг қайсилари сувда эритилганда донор-акцептор боғланиш юз беради?

- 1) углерод (IV) оксид; 2) водород бромид; 3) метилхлорид; 4) чумоли кислота; 5) сирка кислота; 6) метиламин; 7) глицерин; 8) сўндирилган оҳак; 9) сульфат кислота; 10) калий гидроксид.

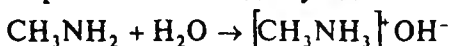
- A) 1, 2, 3, 5, 6 B) 1, 3, 4, 6, 7 C) 2, 4, 6, 7, 8 D) 3, 4, 6, 9, 10 E) 2, 4, 5, 6, 9.

Ечиш: Сув молекуласидаги кислород атомининг тақсимланмаган иккита электрон жуфти электрон донорлик вазифасини бажариши мумкин. Сувда эритилган моддалар орасида электронлар билан ишғол этилмаган бўш орбиталлар ёки электрманфийлиги катта бўлган бир элемент билан боғланган ва у билан боғланган электрманфийлиги кичик бўлган иккинчи атомнинг боғ ҳосил қилишда қатнашган боғловчи электрони биринчи атом томон кучли силжиганда иккинчи атомнинг электрон орбитали акцепторлик хусусиятга эга бўлади (3.1- § га қаранг).

Масалан, тестдаги водород бромид ва сульфат кислоталар протони акцептор, эритувчи — сувнинг кислород



атоми донорлик хусусияти борлиги натижасида гидроксоний катионида янги боғ ҳосил бўлади. Чумоли ва сирка кислоталари протони ҳам шундай боғ ҳосил қилади. Шундай вазият метиламиннинг азот атомидаги тақсимланмаган электрон жуфти билан сувнинг водород атоми ҳисобига ҳам донор-акцептор боғланиш пайдо бўлади:



Жавоб: Е бўлади.

2.5. Куйидаги моддаларни қайсиларининг молекуласида *sp*-гибрид орбиталли атомлар мавжуд?

- 1) этилен; 2) этин; 3) толуол; 4) азот; 5) винил-ацетилен; 6) кумол; 7) кумуш ацетиленид; 8) пропин.

А) 1, 3, 5, 6, 7; В) 2, 4, 5, 7, 8; С) 2, 3, 4, 7, 8; D) 3, 5, 6, 7, 8; E) 1, 4, 5, 7, 8.

Ечиш. Атомлар орасида кимёвий боғ ҳосил қилишда тоқ ёки тақсимланмаган электрон жуфтларга эга бўлган икки ёки уч хил орбитал квант сонга ($l=0,1, 2$ ёки 3 бўлган s , p -, d - ва f - поғоначалар) эга бўлган атом орбиталлар гибридланиши шу системадаги орбиталларни энергетик жиҳатдан турғун ҳолатга ўтказди. Бундай аралаш орбиталлар sp -, sp^2 - ва sp^3 - бўлган ҳолатлар аноорганик ва органик системаларда учрайди (3.2- § га қаранг).

Тестда келтирилган молекулалардаги атомларда фақат sp -гибрид орбиталга эга бўлган молекулалар 2, 4, 5, 7 ва 8 рақамли моддаларга тааллуқли. Қолган молекулаларда sp^2 -гибрид орбитал 1, 3, 5, 6- чи моддаларда, sp^3 - гибрид орбиталлар эса 3 ва 6- моддаларда мавжуд.

Жавоб: В бўлади.

3- Б О Б. КИМЁВИЙ БОҒЛАНИШ

3.1. Ковалент боғланиш

Кимёвий боғланиш ҳақидаги таълимот — ҳозирги кимёнинг асосий масаласидир. Бу таълимотни билмай туриб кимёвий бирикмаларнинг турли-туманлилик сабабларини, уларнинг ҳосил бўлиш механизмини, тузилишини ва реакцияга кириша олиш хусусиятларини тушуниб бўлмайди.

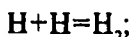
Атомлардан молекулалар ҳосил бўлиши энергиядан ютишга олиб келади, чунки одатдаги шароитда молекуляр ҳолат атом ҳолатидан барқарорроқдир. Атомларнинг тузилиши ҳақидаги таълимот молекулаларнинг ҳосил бўлиш механизмини, шунингдек, кимёвий боғланиш табиатини тушунтириб беради.

Атомнинг ташқи энергетик поғонасида биттадан ташқи поғонасидаги электронлар сони шу поғона сигдира оладиган энг кўп электронлар сонига тенг бўлса, у ҳолда бундай поғона *туғалланган* поғона дейилади. Тугалланган поғоналар жуда мустақкамлиги билан фарқ қилади. Нодир газлар атомларининг ташқи поғоналари ана шундай поғоналардир: гелийнинг ташқи поғонасида иккита электрон (s^2), қолган газларникида — саккизтадан электрон (ns^2np^6) бўлади. Бошқа

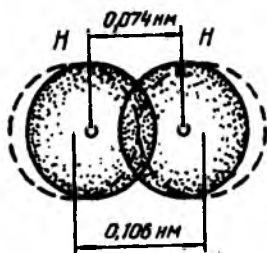
элементлар атомларининг ташқи поғоналари *туғалланмаган* ва кимёвий ўзаро жараёнида улар тугалланади (тўлади).

Кимёвий боғланиш валент электронлар ҳисобига вужудга келади, лекин турли усулларда амалга ошади. Кимёвий боғланишнинг учта асосий тури бор: *ковалент, ионли ва металл* боғланиш.

Ковалент боғланишнинг вужудга келиш механизмини водород молекуласининг ҳосил бўлиши мисолида кўриб чиқамиз:



$$\Delta H = -436 \text{ кЖ/моль}$$



3.1- расм. Водород молекуласи ҳосил бўлишда электрон орбиталларнинг бир-бирини қоплаш схемаси.

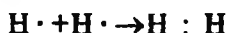
Эркин водород атомининг ядроси 1s- электрон ҳосил қилган сферик симметрик электрон булут билан ўралган бўлади (2.2- расмга қ.). Атомлар ўзаро муайян масофага қадар яқинлашганида уларнинг электрон булутлари (орбитадлари) бир-бирини қисман қоплайди (3.1- расм). Натижада иккала ядронинг марказлари орасида (ядролар орасидаги фазода) максимал электрон зичликка эга бўлган икки электронли молекуляр булут вужудга келади; манфий заряд зичлигининг кў-

пайиши эса ядролар билан молекуляр булут орасидаги тортишиш кучларининг кескин ортишига имкон беради.

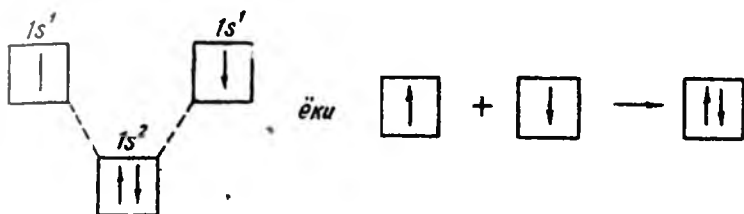
Шундай қилиб, ковалент боғланиш атомлар электрон булутларининг бир-бирини қоплаши натижасида ҳосил бўлади, бунда энергия ажралиб чиқади. Агар бир-бирига жуда яқинлашган водород атомларининг ядролари орасидаги масофа 0,106 нм бўлса, электрон булутлар бир-бирини қоплаганидан (H_2 молекуласи ҳосил бўлганидан) кейин бу масофа 0,074 нм га тенг бўлиб қолади (3.1- расм). Электрон булутлар бир-бирини, одатда, иккала атом ядросини бирлаштирувчи тўғри чизик бўйича энг кўп қоплайди. Электрон орбиталар бир-бирини қанча кўп қопласа, кимёвий боғланиш шунча пухта бўлади. Иккита водород атоми орасида кимёвий боғланиш вужудга келиши натижасида бу атомларнинг ҳар бири нодир газ — гелий атомининг электрон конфигурациясига эришади.

Кимёвий боғланишларни турлича тасвирлаш қабул қилинган:

1) элементнинг кимёвий белгисига қўйилган нуқталар кўринишидаги электронлар ёрдамида. Бунда водород молекуласининг ҳосил бўлишини ушбу схема билан кўрсатиш мумкин:



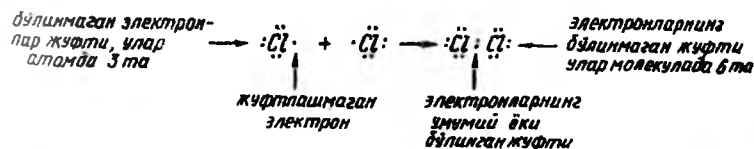
2) квант катакчалар (орбиталлар) ёрдамида, бунда қарама-қарши спинли иккита электроннинг битта молекуляр квант катакчада жойлашуви сифатида кўрсатилади:



Чап томонда жойлашган схема молекуляр энергетик поғона бошланғич атом поғоналарга қараганда паст ва, бинобарин, модданинг молекуляр ҳолати атом ҳолатига нисбатан барқарор эканлигини кўрсатади;

3) кўпинча, айниқса органик кимёда ковалент боғланиш электронлар жуфтини билдирадиган чизиқча (штрих) билан тасвирланади (масалан, $\text{H} - \text{H}$).

Хлор молекуласида ҳам кимёвий боғланиш иккита умумий электрон, яъни электронлар жуфти ёрдамида вужудга келади:



Кўриниб турибдики, хлорнинг ҳар бир атомида учта бўлинмаган жуфт ва битта жуфтлашмаган электрон бор. Кимёвий боғланиш ҳар қайси атомнинг жуфтлашмаган электрон ҳисобига ҳосил бўлади. Жуфтлашмаган электронлар боғланиб, умумий электронлар жуфтини ҳосил қилади, у бўлинган жуфт ҳам дейилади.

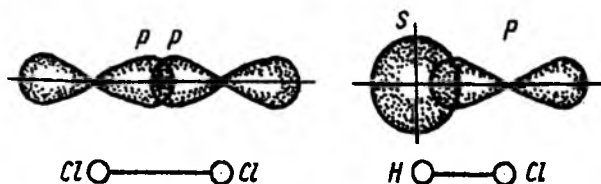
Агар атомлар орасида битта ковалент боғланиш (битта умумий электронлар жуфти) вужудга келса, у *бирламчи* боғланиш дейилади, агар биттадан кўп бўлса, каррали боғланиш дейилади: масалан, қўшбоғ (иккита умумий электронлар жуфти), *учламчи* боғланиш (учта электронлар жуфти).

Бирламчи боғланиш битта чизиқча, қўшбоғ — иккита, учламчи боғланиш — учта чизиқча билан тасвирланади. Икки атом орасидаги чизиқча уларда электронлар жуфти умумлашганлигини, шунинг натижасида кимёвий боғланиш ҳосил бўлганлигини кўрсатади.

Молекулаларнинг структура формуллари ана шундай чизиқчалар ёрдамида тасвирланади (3.8- § га қ.).

Шундай қилиб, хлор молекуласида унинг ҳар қайси атоми саккиз электрондан (s^2p^6) иборат тугалланган ташқи поғонага эга бўлади, бу электронларнинг иккитаси (электронлар жуфти) иккала атомга бир хил даражада тааллуқли бўлади. Молекула ҳосил бўлишида электрон орбиталларнинг бир-бирини қоплаши 3.2- расмда кўрсатилган.

Кислород молекуласи O_2 даги боғланиш қисман бошқача тасвирланади. Кислород парамагнит модда эканлиги (магнит майдонига тортилади) тажрибада аниқланган. Унинг молекуласида иккита жуфтлашмаган электрон бор. Бу молекуланинг тузилишини шундай тасвирлаш мумкин:

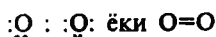


3.2- расм. Хлор $Cl_2(a)$ ва водород хлорид $HCl(b)$ молекулаларида кимёвий боғланишнинг ҳосил бўлиш схемаси.

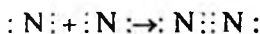


Кислород молекуласининг электрон тузилишини тасвирлашда ягона усул ҳали топилган эмас.* Лекин уни қуйидагича тасвирлаш ярамайди:

* O_2 молекуласининг тузилишини молекуляр орбиталлар усули билан баён қилган яхши, бу усул ўрта ўқув кўтларида ўрганилмайди.



Азот молекуласи N_2 да атомларнинг учта умумий электронлар жуфти бор:



Равшанки, азот молекуласи кислород ёки хлор молекулаларига қараганда анча мустаҳкам, шу сабабли азот кимёвий реакцияларда анчагина инерт бўлади.

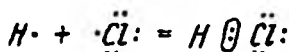
Электрон жуфтлар туфайли вужудга келадиган кимёвий боғланиш ковалент боғланиш* дейилади. Бу икки электронли ва икки марказли (иккита ядрони тутиб туради) боғланишдир. Ковалент боғланишли бирикмалар гомеополяр ёки атом бирикмалар дейилади.

Ковалент боғланишнинг икки тури: қутбсиз ва қутбли боғланиш бор.

Қутбсиз ковалент боғланишда умумий электронлар жуфти ҳосил қилган электрон булути, бошқача айтганда боғланишнинг электрон булути фазода иккала атомнинг ядроларига нисбатан симметрик тақсимланади. Бунга битта элемент атомларидан таркиб топган икки атомли молекулалар: H_2 , Cl_2 , O_2 , N_2 , F_2 ва б. мисол бўла олади, уларда электронлар жуфти иккала атомга бир хил даражада тааллуқли бўлади.

Қутбли ковалент боғланишда боғланишнинг электрон булути нисбий электрманфийлиги катта атомга томон силжиган бўлади. Бунга учувчан аорганик бирикмалар: HCl , H_2O , H_2S , NH_3 ва б. молекулалари мисол бўла олади.

HCl молекуласининг ҳосил бўлишини ушбу схема билан кўрсатиш мумкин:



Электронлар жуфти хлор атомига томон силжиган, чунки хлор атомининг нисбий электрманфийлиги (2,83) водород атомикига (2,1) қараганда каттадир.

Ковалент боғланиш бир электронли булутларнинг бир-

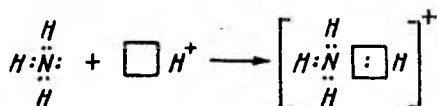
* «Ковалент» сўзи «бирлашган» деган маънони билдиради. Бу сўздаги ко- одд қўшимча «биргадикда иштирок этиш» деган маънони беради.

бирини қоплаш ҳисобига ҳосил бўлса — бу ковалент боғланиш ҳосил бўлишининг *алмашиши* механизми дейилади.

Ковалент боғланиш ҳосил бўлишининг бошқача — *донор-акцепторли* механизми ҳам бўлиши мумкин. Бу ҳолда кимёвий боғланиш битта атомнинг икки электронли булути билан бошқа атомнинг эркин орбитали ҳисобига вужудга келади. Мисол тариқасида аммоний иони NH_4^+ нини ҳосил бўлиш механизмини кўриб чиқамиз. Аммиак молекуласида азот атомининг бўлинмаган электронлар жуфти (икки

электронли булут) бўлади: $\text{H} : \ddot{\text{N}} : \text{H}$ Водород ионида $1s$ -
 H

орбиталь бўш (тўлмаган); уни шундай белгилаш мумкин $\square$ H^+ . Аммоний иони ҳосил бўлишида азотнинг икки электронли булут азот билан водород атомлари учун умумий бўлиб қолади, яъни у молекуляр электрон булутга айланади. Демак, тўртинчи ковалент боғланиш вужудга келади. Аммоний иони ҳосил бўлиш жараёнини ушбу схема билан кўрсатиш мумкин:



Водород ионининг заряди умумий бўлиб қолади (у делокаллашган, яъни барча атомлар орасида тарқалган), азотга тегишли икки электронли булут (бўлинмаган электронлар жуфти) эса водород билан умумий бўлиб қолади. Схемаларда катакчанинг тасвири $\square$ кўпинча тушириб қолдирилади.

Бўлинмаган электронлар жуфтини берадиган атом *донор*, уни бириктириб оладиган (яъни бўш орбиталь берадиган) атом *акцептор* дейилади.

Бир атомнинг (донорнинг) икки электронли булут ва бошқа атомнинг (акцепторнинг) бўш орбитали ҳисобига ковалент боғланиш ҳосил бўлиш механизми донор-акцепторли механизм дейилади. Шу йўл билан ҳосил бўлган ковалент боғланиш донор-акцепторли ёки координацион боғланиш дейилади.

Лекин бу боғланишнинг алоҳида тури эмас, балки

ковалент боғланиш ҳосил бўлишининг бошқача механизми (усули)дир, холос. Аммоний ионидаги тўртинчи N—H боғланиш хоссалари жиҳатидан қолган учта боғланишдан ҳеч фарқ қилмайди.

3.2- §. Ковалент боғланишнинг хоссалари

Ковалент боғланишнинг ўзига хос хусусиятлари — унинг узунлиги энергияси, тўйинувчанлиги ва йўналганлигидир.

Боғланишнинг узунлиги — бу ядролараро масофа. Бу масофанинг узунлиги, қанча кам бўлса, кимёвий боғланиш шунча пухта бўлади. Лекин боғланишнинг пухталиқ ўлчови боғланиш энергияси ҳисобланади.

Боғланиш энергияси боғланишни узиш учун зарур бўлган энергия миқдори билан аниқланади. Одатда у бир моль моддага тўғри келадиган киложоуллар билан ўлчанади. Масалан, тажриба маълумотларига кўра H_2 , Cl_2 ва N_2 молекулаларидаги боғланиш узунлиги тегишлича 0,074, 0,198 ва 0,109 нм (нанометр)га, боғланиш энергияси эса тегишлича 436, 242 ва 946 кЖ/моль га тенг. Боғланиш қаррамлиги ортиши билан боғланиш энергияси кўпаяди, узунлиги эса кичраяди.

Тўйинувчанлик деганда атомларнинг чекланган сондаги ковалент боғланиш ҳосил қилиш хусусияти тушунилади. Масалан, водород атоми (битта жуфтлашмаган электрон) битта боғланиш, углерод атоми (қўзғалган ҳолатдаги тўртта жуфтлашмаган электрон) — кўпи билан тўртта боғланиш ҳосил қилади. Боғланишларнинг тўйинувчанлиги туфайли молекулалар муайян таркибли бўлади: H_2 , CH_4 , HCl ва ҳ. Лекин тўйинган ковалент боғланишларда ҳам донор-акцепторли механизм бўйича анча мураккаб молекулалар ҳосил бўлиши мумкин.

Ковалент боғланишнинг *йўналганлиги* молекулаларнинг фазовий тузилишига, яъни ударнинг геометриясига (шаклига) сабаб бўлади. Буни HCl , H_2O ва NH_3 молекулалари ҳосил бўлиши мисолида кўриб чиқамиз.

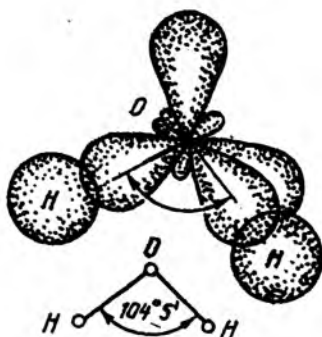
Маълумки, ковалент боғланиш ўзаро таъсир этувчи атомлар электрон орбиталарининг бир-бирини максимал қоплаши йўналишида вужудга келади. HCl молекуласи ҳосил бўлишида водород атомининг s- орбитали билан хлор атомининг p- орбитали бир-бирини қоплайди. Бун-

дай турдаги молекулалар гантелсимон шаклда бўлади (3.2-расм, б).

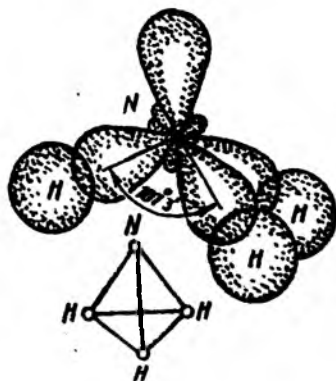
Кислород атомининг ташқи поғонасида жуфтлашмаган иккита электрон бўлади. Уларнинг орбиталлари бир-бирига перпендикуляр, яъни бир-бирига нисбатан 90° ли бурчак остида жойлашади. Сув молекуласи ҳосил бўлишида кислороднинг ҳар бир p - орбиталь электронининг орбиталини водород атомининг $1s$ - электрони орбитали координата ўқлари чизиги бўйлаб қуюқ нуқталар билан белгиланган жойда қоплайди (3.3- расм). Бу ҳолда кимёвий боғланишлар 90° ли бурчак остида йўналган бўлиши керак. Сув молекуласида боғланишлар орасидаги бурчак $H-O-H=104,5^\circ$ эканлиги тажрибада топилган (бу четга чиқишнинг сабаблари куйроқда, шу параграф охирида тушунтириб берилган).

Шундай қилиб, иккита жуфтлашмаган (валент) p - электронлари бор кислород атоми водород билан сув молекуласини ҳосил қилади, у *бурчак шаклида* бўлади. Равшанки, кислороднинг аналоглари — олтингугурт, селен ва теллур водород билан худди шундай шаклдаги молекулалар ҳосил қилиши керак.

NH_3 молекуласи ҳосил бўлишида азот атомининг учта жуфтлашмаган p - электрони (уларнинг электрон орбитала-



3.3- расм. H_2O молекуласида кимёвий боғланишларнинг ҳосил бўлиш схемаси.



3.4- расм. NH_3 молекуласида кимёвий боғланишларнинг ҳосил бўлиш схемаси.

ри ҳам бир-бирига перпендикуляр) ва учта водород атомининг $1s$ -электронлари иштирок этади. Боғланишлар p -орбиталларнинг учта ўқи бўйлаб жойлашади (3.4- расм). Молекула тўғри пирамида шаклида бўлади: учбурчакнинг бурчакларида водород атомлари, пирамиданинг учида эса — азот атоми туради. Боғланишлар орасидаги бурчак $H-N-H=107,3^\circ$. Азотнинг аналоглари — фосфор, мишьяк, сурьма ҳам водород билан худди шундай шаклдаги (лекин бурчагининг қиймати бошқача) молекулалар ҳосил қилади.

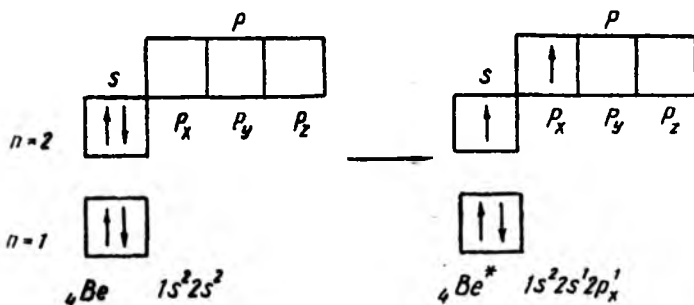
Кўп валентли атомлардан ҳосил бўлган ковалент боғланишлар доимо фазовий йўналган бўлади. Боғланишлар орасидаги бурчаклар *валент* бурчаклар дейилади.

Кўпинча ковалент боғланиш ҳосил бўлишида иштирок этадиган электронлар турли ҳолатларда, масалан, бири — s , бошқаси p - орбиталларда бўлади. Бунда молекуладаги боғланишларнинг пухталиги ҳам турлича бўлиши керак эди. Лекин тажриба улар тенг қимматли эканлигини кўрсатади. Бу ҳодиса Л. Полинг томонидан киритилган, атом орбиталларининг *гибридланиши* ҳақидаги қоида билан тушунтирилади.

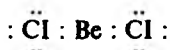
Валент орбиталларнинг гибридланишини бериллий хлорид $BeCl_2$, бор хлорид BCl_3 ва метан CH_4 молекулалари ҳосил бўлиши мисолида кўриб чиқамиз.

Бериллий атоми кўзгалган ҳолатга ўтишида жуфтлашган электронлар бир-биридан ажралади, яъни икки электронли булут ($2s^2$) бир электронлига ажралади. Буни схема тарзида шундай тасвирлаш мумкин:

$2s$ - электронни $2p$ - орбиталга ўтказиш, яъни атомнинг кўзгалган ҳолатга ўтиши энергия сарфлашни талаб этади, бу

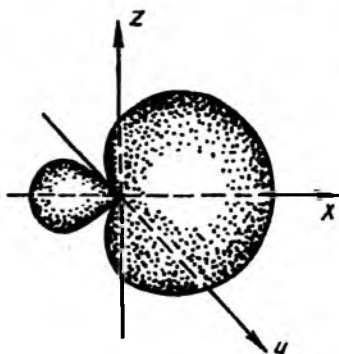


энергия реакцияда иккита боғланиш ҳосил бўлиши ҳисобига ортиқчаси билан қопланади, Кўзгалган ҳолатда бериллий хлорнинг иккита атомини бириктириб олади:



Иккала Be — Cl боғланиш бир хилда пухта ва 180° ли бурчак остида жойлашган.

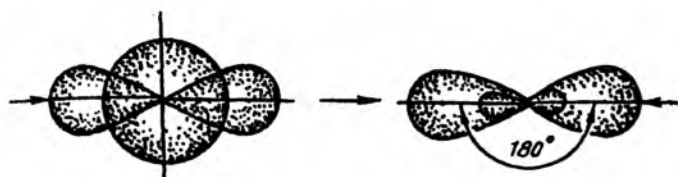
Боғланишлар пухталигининг бир хиллиги *валент (ташқи) орбиталларнинг гибридланиши*, яъни уларнинг силжиши ва шакли ҳамда энергиясининг тенглашиши билан тушунтирилади. Бу ҳолда атом электрон орбиталларининг дастлабки шакли ҳамда энергияси ўзаро ўзгаради ва бир хил шакл ҳамда энергияга эга бўлган электрон орбиталлар ҳосил бўлади. Гибрид орбитал асимметрик ва ядродан бир томонга қаттиқ чўзилган бўлади (3.5- расм).



3.5- расм. *sp*-гибрид орбиталнинг шакли.

Гибрид орбиталларнинг электронлари иштирокида ҳосил бўладиган кимёвий боғланиш электронлари иштирокида ҳосил бўладиган кимёвий боғланиш гибридмас (соф) *s* ва *p*-орбиталларнинг электронлари иштирокида ҳосил бўлган боғланишдан пухтароқ бўлади, чунки гибридланишда орбиталлар бир-бирини кўпроқ қоплайди. Муайян атомнинг боғланишлари ҳосил бўлишида турли типдаги электронлар (бизнинг мисолимизда *s*- ва *p*-

электронлар) иштирок этганда гибридланиш амалга ошади. Бунда гибрид орбиталлар сони дастлабки орбиталлар сонига тенг бўлади. Шундай қилиб, BeCl_2 молекуласиде кимёвий боғланиш ҳосил бўлишида марказий атомнинг яъни бериллийнинг битта *s*- ва битта *p*- электрон иштирок этади. Бу ҳолда орбиталларнинг *sp*-гибридланиши (эс-пегибридланиш деб ўқилади) содир бўлади (3.6- расм). Иккита гибрид орбитал бир-бирига нисбатан 180° ли бурчак остида жойлашади, яъни BeCl_2 молекуласи *чизиксимон шаклда*



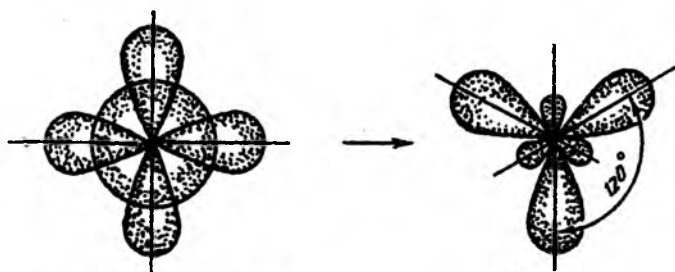
$(s+p)$ -орбиталлар

икки sp -орбиталлар

3.6- расм. Валент орбиталларнинг sp -гибридланиши.



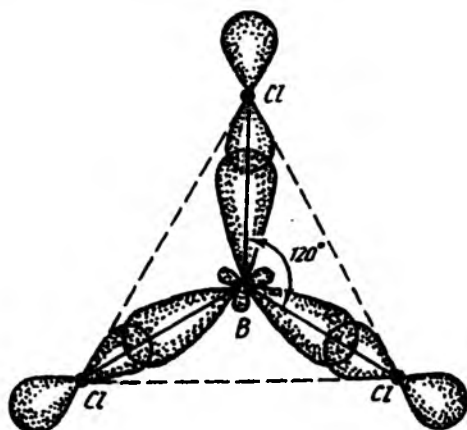
3.7- расм. BeCl_2 нинг чизиқсимон молекуласи.



$(s+p+p)$ -орбиталлар

уч sp^2 -орбиталлар

3.8- расм. Валент орбиталларнинг sp^2 -гибридланиши.

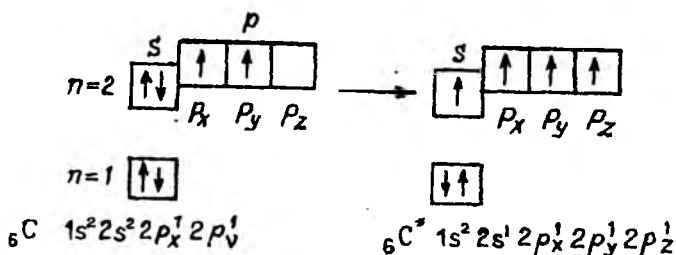


3.9- расм. BCl_3 нинг ясси учбурчаксимон молекуласи.

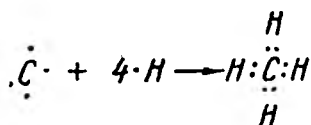
учала атомнинг ҳаммаси бир чизиқда жойлашган (3.7- расм).

Бор хлорид BCl_3 молекуласида марказий атом орбиталарининг sp^2 -гибридланиш (эс-пе-икки-гибридланиш деб ўқилади) амалга ошади. Бор атомида (электрон тўзилиши $1s^2 2s^2 2p^1$, қўзғалган ҳолатида $1s 2s^1 2s^2$) гибридланишда битта ва иккита p - электронларнинг орбиталлари иштирок этади; бунинг натижасида бир-бирига нисбатан 120° ли бурчак остида жойлашган учта гибрид орбиталлар ҳосил бўлади (3.8- расм). BCl_3 молекуласи марказида В атом жойлашган ясси тенг томонли учбурчак шаклида бўлади. Гибрид орбиталларнинг ўқлари орасидаги бурчак 120° ни ташкил этади, тўртта атомининг ҳаммаси битта текисликда ётади (3.9- расм).

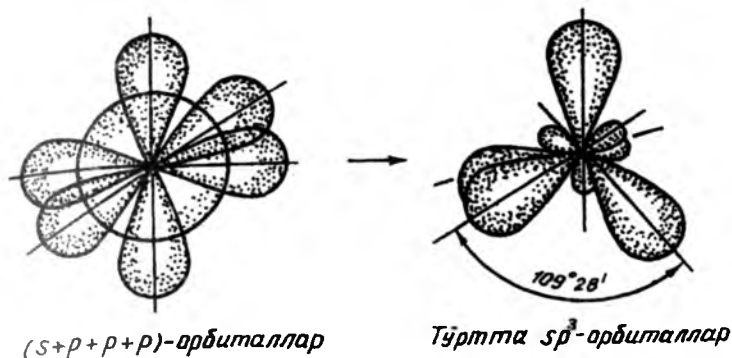
Метан молекуласи ҳосил бўлишида углерод атоми қўзғалган ҳолатга ўтади, бунда жуфтлашган $2s^2$ - электронлар бири-биридан ажралади, яъни икки электронли булут бир электронли булутларга айланади:



Схемадан кўриниб турибдики, углерод атомининг асосий ҳолатида жуфтлашмаган иккита электрони бўлади (икки валентли), қўзғалган ҳолатида эса (юлдузча билан белгиланган) — тўртта электрони бўлади (тўрт валентли) ва водороднинг тўртта атоми бириктириб олиши мумкин:



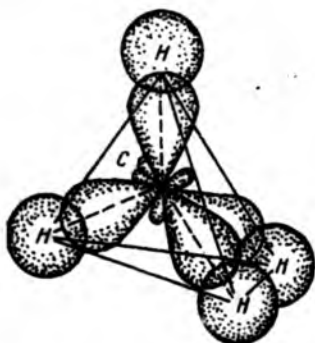
Метан молекуласи ҳосил бўлишида углерод атомида битта s - ва учта p - электронларнинг орбиталлари гибридланади.



3.10- расм. Валент орбиталларнинг sp -гибридланиши.

ҳамда тўртта бир хил гибрид орбиталлар ҳосил бўлди (3.10-расм). Бундай гибридланиш sp^3 -гибридланиш дейилади (эс-пе-уч-гибридланиш деб ўқилади). Гибрид орбиталларнинг ўқлари орасидаги валент бурчак $109^{\circ}28'$ га тенг. Углерод атомининг тўртта гибрид sp^3 -орбиталлари билан тўртта водород атоми s -орбиталларининг бир-бирини қоплаши натижасида тўртта бир хил боғланишли мустаҳкам метан молекуласи ҳосил бўлади (3.11-расм).

Сув ва аммиак молекулаларидаги боғланишларнинг валент бурчаклари тетраэдрик молекулалардагидан кичиклиги ҳам орбиталларнинг гибридланиши билан тушунтирилади (3.3 ва 3.4-расмларга қ.). Метаннинг ҳосил бўлишидаги каби сув ва аммиак молекулаларининг ҳосил бўлишида ҳам кислород ва азот атомлари атом орбиталларининг sp^3 -гибридланиши содир бўлади. Лекин углерод атомида тўртта sp^3 -орбиталнинг ҳаммаси боғловчи электрон жуфтлар билан банд (3.11-расмга қ.), азот атомида эса тўрттадан битта sp^3 -орбитални боғловчи бўлмаган электрон жуфт эгаллаган (3.4-расмга қ.), кислород атомида иккита sp^3 -орбитални ана шундай электронлар эгаллаган (3.3-расмга қ.).



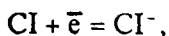
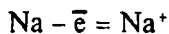
3.11- расм. Метаннинг тетраэдрик молекуласида кимёвий боғланишларнинг ҳосил бўлиш схемаси.

Шундай қилиб, бурчакнинг тетраэдрикдан ($109^{\circ}28'$) ф қилишида sp^3 - гибрид орбиталларни эгаллаган бўлинган (боғловчи бўлмаган) электрон жуфтларнинг итарув таъсири кўринади: азот атомида бундай жуфтлар битта (бурчак $107,3^{\circ}$), кислород атомида эса иккита (бурчак $104,5^{\circ}$).

Валент орбиталларнинг гибридланиши ҳақидаги тасвурдан органик кимёда кенг қўламда фойдаланилади (қисмга қ.).

3.3- §. Ионли боғланиш

Ионли боғланиш вужудга келишини натрий хлорид $NaCl$ ҳосил бўлиши мисолида кўриб чиқамиз. Шу бирикма ҳосил қилган натрий ва хлор атомлари электрманфийлик жиҳатидан бир-биридан кескин фарқ қилади: натрий атоми учун бу қиймат 1,01 га, хлор атоми учун 2,83 га тен. Электрон формулалар $Na\ 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ ва $Cl\ 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ д кўриниб турибдики, бу атомларнинг ташқи электрон поғоналари тугалланмаган. Ташқи поғонасини тугаллаш учун натрий атоми 1 электрон бириктириб олишидан кўра 1 электрон бериши оson, хлор атоми эса 1 электрон беришидан кўра 1 электрон бириктириб олиши оson. Тажриба шуни кўрсатадики, кимёвий реакцияларда натрий атоми 1 электрон беради, хлор атоми эса уни бириктириб олади. Бунини схема тарзида қуйидагича ёзиш мумкин:



яъни Na атомининг электрон қобиғи нодир газ Ne нинг барқарор электрон қобиғига айланди — $1s^2 2s^2 2p^6$ (бу натрий ион Na^{+}), Cl атомининг қобиғи эса нодир газ Ar атомининг қобиғига айланди — $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ (бу хлорид — ион Cl^{-}). Na^{+} ва Cl^{-} ионлари орасида электростатик тортишув кучлари вужудга келади, натижада $NaCl$ бирикма ҳосил бўлади.

Ионлар орасида электростатик тортишув туфайли вужудга келадиган кимёвий боғланиш электровалент ёки ионли боғланиш дейилади. Ионларнинг бир-бирига тортилиш йўли билан ҳосил бўлган бирикмалар гетерополяр ёки ионли бирикмалар дейилади.

Ионли бирикмаларни электрманфийлиги жиҳатидан бир-биридан кескин фарқ қиладиган атомлар, масалан, I ва II группалар бош группачаларидаги элементларнинг атомлари билан VI ва VII группаларнинг бош группачаларидаги элементларнинг атомлари ҳосил қилади. Ионли бирикмалар нисбатан кўп эмас.

Натрий хлорид NaCl молекулалари фақат буг ҳолатдагина мавжуд бўлади. Ионли бирикмалар қаттиқ (кристалл) ҳолатда маълум қонуният билан жойлашган мусбат ва манфий ионлардан таркиб топади. Бу ҳолда молекулалар бўлмайди. (3.7- § га қ.).

Ковалент боғланиш кимёвий боғланишнинг анча умумий туридир. Боғланиш назарияси ионли боғланишнинг ковалент боғланишдан вужудга келишини умумий электрон жуфтнинг ҳаддан ташқари бир томонлама қутбланиши (силжиши) билан тушунтиради, бунда умумий электронлар жуфти бирикаётган атомлардан биттасининг ихтиёрига ўтади. Масалан:



Келтирилган мисолда металлмаслик хоссаларини намоён қиладиган (электрманфийлиги $x_{\text{Cl}} = 2/83$) хлор атоми ҳаддан ташқари бир томонлама қутбланади. Молекуляр электрон булут (электронлар жуфти) батамом хлор атомига силжиган бўлади. Бу ҳол электроннинг натрий атоmidан хлор атомига ўтганлиги билан баробардир.

Равшанки, қутбли ковалент боғланишни ковалент боғланишнинг қисман бир томонлама қутбланган тури (боғловчи электрон булут нисбий электрманфийлиги катта бўлган атом томонга силжиган) сифатида қараш мумкин. У ионли ва қутбсиз ковалент боғланишлар ўртасида оралик ҳолатни эгаллайди.

Шундай қилиб, қутбсиз ковалент, қутбли ковалент ва ионли боғланишларнинг вужудга келиш механизмида муҳим фарқ йўқ. Улар бир-биридан умумий электрон жуфтларнинг қутбланганлиги даражаси (силжиганлиги) билангина фарқ қилди. Кимёвий боғланиш табиати ягонадир.

Элементлар атомларининг нисбий электрманфийлиги

қийматлари асосида (2.2- жадвал) боғланишнинг қутбли-
лигини олдиндан айтиш мумкин. Боғланган атомларнинг
нисбий электрманфийликлари орасидаги фарқ (уни Δ
орқали белгилаймиз) қанча катта бўлса, қутблилик шунча
кучли ифодаланган бўлади. CsF бирикмада Δx энг кат-
ти қийматга эгадир (4,1-0,86=3,24).

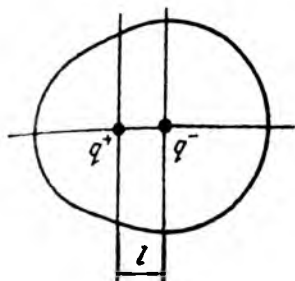
Шундай қилиб, атомлар орасидаги кимёвий боғланиш
 $\Delta x \approx 2$ га қадар ионли бўлади: $\Delta x = 0$ бўлса — бу қутбсиз
ковалент боғланиш; оралиқ ҳолатларда — қутбли ковалент

Ҳақиқатда боғланишлар 100% ионли бўлмайди. Шу
сабабли боғланишнинг ионлилик даражаси ёки ҳиссаси
ҳақида сўз юритилади. У тажриба йўли билан аниқланади.
Маълум, бўлишича, ҳатто CsF бирикмада ҳам ионли боғ-
ланиш 89% ифодаланган экан, холос.

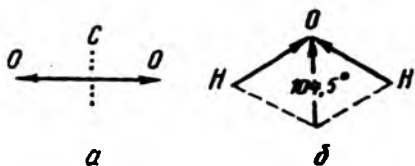
Ковалент боғланишдан фарқ қилиб, ионли боғланиш
фазода йўналмаганлиги ва тўйинмаслиги билан характерла-
нади. Боғланишнинг йўналмаганлиги шу билан аниқлана-
дики, ҳар қайси ион гўё зарядланган шар бўлиб, тескари
ишорали ионни исталган йўналишда ўзига тортishi мум-
кин. Тескари ишорали ионларнинг ўзаро таъсири куч май-
донларини компенсациялашга олиб келмайди: уларда ўзига
тескари ишорали ионларни тортish хусусияти бошқа йўна-
лишларда сақланиб қолади (тўйинмаганлик). Масалан, NaCl
кристаллида ҳар қайси Na^+ ион олтига Cl^- ион билан ва,
аксинча, ҳар қайси Cl^- ион олтига Na^+ ион билан ўзаро
таъсирлашади (3.16- расмга қ.). Шундай қилиб, ионли
боғланиш тўйинмаганлиги ва йўналмаганлиги туфайли
ионлардан таркиб топган бирикмалар ионли кристалл пан-
жарали қаттиқ моддалар бўлади.

3.4- §. Қутбли ва қутбсиз молекулалар

Бир томонлама қутбланиш молекулада электрон зичлик-
нинг нотеқис тақсимланишига олиб келади. Масалан, HCl
молекуласида электрон зичлик водород ядроси атрофида-
гига қараганда хлор ядроси атрофида катта бўлади. Моле-
кулада мусбат ва манфий зарядларнинг электр марказлари
бир нуқтада устма-уст тушмайди, балки бир-биридан маъ-
лум l масофада бўлади (3.12- расм). Молекула умумий
нейтрал бўлгани билан хлор атомида — q заряд ва водород
атомида $+q$ заряд бор электр диполдан иборат. Бундай



3.12- расм. Диполь электр моменти ўзгармас бўлган кутбли молекула.



3.13- расм. CO_2 (а) ва сув (б) молекулаларида боғланишлар диполь электр моментларини геометрик қўшиш.

боғланиш ва молекулалар кутбли дейилади. Молекуладаги атомларнинг заряди q эффектив зарядлар дейилади (HCl молекуласида $q_{\text{Cl}} = -18$, $q_{\text{H}} = +18$ электроннинг абсолют зарядига тенг, боғланишнинг ионлилик даражаси 18%).

Боғланиш ва молекуланинг кутблилик ўлчови — диполнинг электр моменти μ («мю») қуйидаги қўпайтмадан аниқланади:

$$\mu = ql,$$

бунда q — эффектив заряд; l — диполнинг узунлиги.

СИ системасида диполнинг электр моменти бирлиги $3,33 \cdot 10^{-30}$ Кл. м (кулон. метр) қиймат билан ифодаланади.

Диполнинг электр моменти — вектор катталиқ. Унинг йўналиши шартли равишда мусбат заряддан манфий зарядга томон — боғловчи электрон булутининг силжиш томонига йўналган, деб қабул қилинади.

Диполларнинг электр моментлари турли боғланишлар ва кўпгина моддалар учун тахрибала аниқланган (уларнинг қийматлари 0 дан $36,6 \cdot 10^{-30}$ Кл. м гача бўлади).

Молекуланинг кутблилигини боғланишнинг кутблилигидан фарқ қилиш керак. АВ типидagi икки атомли молекулалар учун бу тушунчаларнинг маъноси бир хил келади, бу HCl молекуласи мисолида кўрсатиб ўтилган эди. Бундай молекулаларда элементларнинг электрманфийликлари бир-биридан қанча кўп фарқ қилса, диполнинг электр моменти шунча катта бўлади.

Кўп атомли молекулаларда атомлар орасидаги боғлан қутбли бўлиши мумкин. Молекулаларнинг ўзи эса фазовий таъсирига қараб қутбли ҳам, қутбсиз ҳам бўлиши мумкин. Бундай молекулаларда диполнинг электр моменти қутбли боғланишлар сони ва уларнинг йўналганлиги билан аниқланади. Диполнинг электр моменти алоҳида боғланишлар дипол моментларининг вектор йиғиндисига тенг. Масалан, $\text{C}=\text{O}$ боғланиш диполнинг электр моменти $9 \cdot 10^{-30}$ Кл. м га, CO_2 молекуласиники э nolга тенг. Бунга сабаб шуки, CO_2 нинг чиқиқсимон молекуласида боғланишлар векторлари марказдан радиал йўналган, шунинг сабабли натижаловчи момент μ nolга тенг (3.13- расм, а). H_2O нинг бурчаксимон молекуласида боғланишлар $104,5^\circ$ бурча остида жойлашган ва иккита боғланишнинг вектор йиғиндиси μ параллелограммининг диагонали билан ифодаланади (векторлар кучлар параллелограми қондасига мувофиқ қўшилади, 3.13 расм, б). Сув учун $\mu=6,1 \cdot 10^{-30}$ Кл. м. Агар диполлар турли хил электр моментлари векторларининг геометрик йиғиндиси nolга тенг бўлмаса, у ҳолда молекула қутбланган бўлади.

Ўз навбатида μ нинг қиймати ва йўналишига қараб молекуланинг геометрик тузилиши ҳақида маълум даражада фикр юритиш мумкин. Масалан, SO_2 молекуласи учун $\mu=5,4 \cdot 10^{-30}$ Кл. м. Равшанки, у сув молекуласи каби бурчаксимон тузилга бўлиши керак.

Қутбсиз ковалент боғланишли молекулалар *қутбсиз* ёк *гомеополяр* молекулалар дейилади. Бундай молекулаларда боғловчи электрон булут иккала атом ядролари орасида симметрик тақсимланади ва ядролар унга бир хил даражада таъсир этади. Бунга битта элементнинг атомларидан таркиб топган H_2 , F_2 , Cl_2 , O_2 ва б. оддий моддаларнинг молекулалари мисол бўла олади. Бундай молекулалар диполининг электр моменти nolга тенг. Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, кўпчилик мураккаб моддаларнинг симметрик тузилган молекулаларида атомлар орасидаги молекулалар қутбл бўлса ҳам, молекулаларнинг ўзи қутбсиз бўлади. Қутбсиз ковалент боғланишли моддалар кўп эмас.

Молекулаларнинг (ва алоҳида боғланишларнинг) ташқи электр майдон таъсирида қутбланиш хусусияти *қутбланувчанлик* дейилади. Бу ҳодиса яқинлашиб келган қутбл молекула ҳосил қилган майдон таъсирида ҳам содир бўлиши мумкин. Шу сабабли қутбланувчанлик кимёвий реакцияларда катта аҳамиятга эга.

Молекуланинг қутбдрилигини ва унинг диполнинг электр моментини эътиборга олиш доимо муҳимдир. Моддаларнинг реакцияга киришиш хусусияти диполнинг электр моментига боғлиқ. Одатда молекула диполнинг электр momenti қанча катта бўлса, модданинг реакцияга киришиш хусусияти шунча юқори бўлади. Моддаларнинг эрувчанлиги ҳам диполнинг электр моментига боғлиқ.

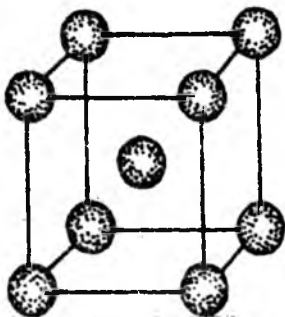
Суюқликларнинг қутбли молекулалари уларда эриган электролитларнинг электролитик диссоциланишига ёрдам беради.

3.5- §. Металл боғланиш

Кўпчилик металлар атомларининг ташқи энергетик поғонасида электронлар сони кўп бўлмайди. Масалан, ташқи поғонада биттадан электрон 16 элементда, иккитадан — 58 тада, учтадан — 4 элементда бор ва фақат Rd нинг ташқи поғонасида битта ҳам электрон йўқ. Ge , Sn ва Rb элементлари атомларининг ташқи поғонасида 4 тадан электрон, Sb билан Bi да — 5 тадан ва Po да — 6 та электрон бўлади, лекин бу элементларни ҳақиқий металлар деб бўлмайди.

Металл элементлар оддий моддалар — металларни ҳосил қилади. Одатдаги шароитда булар кристалл моддалардир (симобдан ташқари), 3.14- расмда натрий кристалл панжарасининг схемаси кўрсатилган. Кўриниб туриптики, натрийнинг ҳар қайси атоми саккизта қўшни атом билан қўршаб олинган. Натрий мисолида металлардаги кимёвий боғланиш табиатини кўриб чиқамиз.

Бошқа металларда бўлгани каби натрий атомларида ҳам валент орбиталлар ортиқча ва электронлар етишмайдиган бўлади. Масалан, валент электрон ($3s^1$) тўққизта бўш орбиталдан — $3s$ (битта), $3p$ (учта) ва $3d$ (бешта)дан биттасини эгаллаши мумкин. Атомлар бир-бирига яқинлашганида кристалл панжара ҳосил бўлиши натижасида қўшни атомларнинг валент орбиталлари бир-бирини қоплайди, шу туфайли электронлар бир орбиталдан



3.14- расм. Натрийнинг кристалл панжараси.

бошқасига бемалол ўтиб, металл кристаллидаги барча атомлар орасида боғланиш ҳосил қилади. Кимёвий боғланишнинг бундай тури *металл боғланиш* дейилади.

Атомларининг ташқи поғонасида валент электронлар сонини бир-бирига яқин ташқи энергетик орбиталларнинг умумий сонига нисбатан кам, валент электронлари эса ионланиш энергияси кичик бўлганлиги сабабли атомда бўш тутилиш турадиган элементлар металл боғланиш ҳосил қилади. Металл кристалларда кимёвий боғланиш жуда делокаллашган яъни боғланишни амалга оширадиган электронлар умумлашган («электрон газ») ва умуман электронейтрал бўлган бўлган тун металл парчаси бўйлаб кўчиб юрадиган бўлади.

Металл боғланиш қаттиқ ва суяқ ҳолдаги металллар учун хосдир. Бу бир-бирига бевосита яқин жойлашган атомлар агрегатларининг хоссаларидир. Лекин барча моддаларнинг атомлари каби металлларнинг атомлари ҳам бу ҳолатида бир-бири билан ковалент боғланиш орқали боғланган бўлади. Металлларнинг буглари алоҳида молекулалардан (бир атомли ва икки атомли) тарқиб топган бўлади. Кристаллда боғланиш пухталиги металл молекуласидагидан кучли, шу сабабли металл кристали ҳосил бўлиш жараёни энергия ажралиб чиқиши билан боради.

Металл боғланиш ковалент боғланишга маълум даражада ўхшайди, чунки у ҳам валент электронларнинг умумлашишига асосланган. Лекин ковалент боғланишни вужудга келтирадиган электронлар бириккан атомларга яқин ва улар билан пухта боғланган бўлади. Металл боғланишни ҳосил қилрадиган электронлар эса барча кристалл бўйлаб эркин ҳаракатланади ва унинг барча атомларига тегишли бўлади. Худди шунинг учун ҳам ковалент боғланишли кристаллар мўрт, металл боғланишлилари — пластик, яъни улар зарба таъсирида ўз шаклини ўзгартиради, юпқа листлар бўлиб ёйилади ва сим бўлиб чўзилади.

Металларнинг физикавий хоссалари металл боғланиш билан тушунтирилади (12.2- § га қ.).

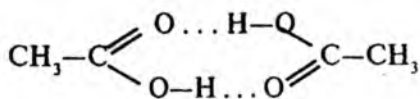
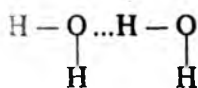
3.6- §. Водород боғланиш

Водород боғланиш — бу кимёвий боғланишнинг ўзига хос туридир. У молекулалараро ва ички молекуляр бўлиши мумкин.

Молекулалараро водород боғланиш таркибига водород ҳамда жуда электрманфий элемент — фтор, кислород, азот, баъзан хлор, олтингугурт кирадиган молекулалар орасида вужудга келади. Бундай молекулада умумий электрон жуфти водороддан электрманфий элемент томонга кўпроқ силжиган, водороднинг мусбат заряди эса кичик ҳажмда тўпланган эканлиги сабабли протон бошқа атом ёки ионнинг бўлинмаган электрон жуфти билан ўзаро таъсирлашиб, бу жуфтни умумлаштириб олади. Натижада иккинчи, анча кучсиз боғланиш вужудга келади, у *водород боғланиш* дейилади.

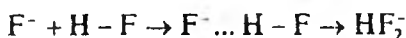
Илгари водород боғланиш протон билан бошқа қутбли гуруҳ орасидаги электростатик тортишишдан иборат, деб тасаввур қилинар эди. Лекин бундай боғланиш вужудга келишидан донор акцепторли ўзаро таъсирнинг ҳам ҳиссаси бор, дейиш тўғрироқ бўлади. Фазода йўналганлик ва тўйинувчанлик бу боғланиш учун хос хусусиятдир.

Одатда водород боғланиш нуқталар билан белгиланади ва бу билан унинг ковалент боғланишдан анча кучсизроқлиги (тахминан 15—20 марта) кўрсатилади. Шунга қарамай молекулаларнинг ассоциланиши ана шу боғланиш туфайли бўлади. Масалан, сув ҳамда сирка кислота димерларининг (улар суюқ ҳолатда энг барқарор бўлади) ҳосил бўлишини ушбу схемалар билан кўрсатиш мумкин.



Бу мисоллардан кўриниб турибдики, водород боғланиш воситасида икки молекула сув бирлашган, сирка кислотада эса — икки молекула кислота бирлашиб, циклик структура ҳосил қилган.

Водород боғланиш кўпчилик моддаларнинг хоссаларига таъсир этади. Масалан, водород фторид одатдаги шароитда водород боғланиш туфайли суюқ ҳолатда (19,5° дан пастда) мавжуд бўлади ва таркибида H_2F_2 дан H_6F_6 гача таркибли молекулалар бўлади. Водород боғланиш туфайли гидрофторид — ион HF_2^- ҳосил бўлади:



бу ион тузлар — гидрофторидлар таркибига киради (KHF_2 — калий гидродифторид, NH_4HF_2 — аммоний гидродифторид).

Кислород группачасидаги элементларнинг водород бирикмаларига (H_2S , H_2Se , H_2Te) қараганда сувнинг қайнаш температураси анча юқорилиги (100°C) сув молекулалари орасида водород боғланиш борлиги билан тушунтирилади. Сувнинг қайнаши учун водород боғланишларни узишга қўшимча энергия сарфлаш лозим бўлади.

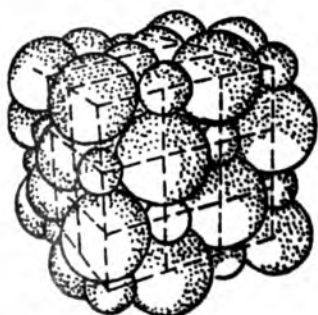
Водород боғланишлар оксиллар, нуклеин кислоталар ва бошқа биологик муҳим бирикмалар молекулаларида айниқс кўп тарқалган, шу сабабли бу боғланишлар ҳаёт фаолияти жараёнларининг кимёсида муҳим роль ўйнади.

3.7- §. Кристалл панжараларнинг турлари

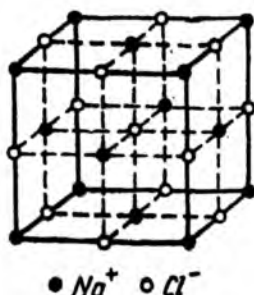
Қаттиқ моддалар, одатда, кристалл тузилишли бўлади. Улар заррачаларнинг фазода қатъий муайян нуқталарда тўғри жойлашуви билан характерланади. Бу нуқталар бир-бириники кесиб ўтувчи тўғри чизиклар билан фикран бирлаштирилса, *кристалл панжара* дейиладиган фазовий каркас ҳосил бўлади. Заррачалар жойлашган нуқталар *кристалл панжаранинг тугунлари* дейилади. Фараз қилинган панжаранинг тугунларида ионлар, атомлар ёки молекулалар бўлиши мумкин. Улар тебранма ҳаракатда бўлади. Ҳарорат кўтарилиши билан тебранишлар амплитудаси ортади, бу жисмларнинг иссиқликдан кенгайишида намоён бўлади.

Заррачаларнинг турига ва улар орасидаги боғланиш характерига қараб, кристалл панжаранинг тўртта тури бўлади: ионли, атомли, молекуляр ва металл панжаралар.

Ионлардан тузилган кристалл панжаралар *ионли панжара* дейилади. Уларни ионли боғланишли моддалар ҳосил қилади. Бунга натрий хлорид кристали мисол бўлиши мумкин; илгари айтиб ўтилганидек, натрий хлорид кристаллида ҳар қайси натрий иони олтита хлорид-ион билан, ҳар қайси хлорид-ион эса олтита натрий ионлари билан қўшаб олинган. Агар ионлар кристаллда жойлашган шарлар сифатида тасаввур қилинса, юқоридаги каби жойлашиш энг зич жойлашишга мувофиқ келади (3.15- расм). Кўпинча кристалл панжаралар 3.16- расмда кўрсатилганидек тасвирланади, унда заррачаларнинг ўлчамлари эмас, балки фақат ўзаро жойлашуви кўрсатилади.



3.15- расм. NaCl нинг ионли панжарасида ионларнинг фазовий жойлашуви (майда шарлар — натрий ионлари).



3.16- расм. NaCl нинг кристалл панжараси.

Кристаллда ёки алоҳида молекулада айни заррачага зич яқинлашиб келган қўшни заррачалар сони координацион сон дейилади.

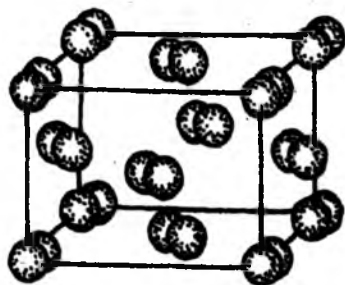
Натрий хлориднинг панжарасида иккала ионларнинг координацион сони 6 га тенг. Шундай қилиб, натрий хлорид кристаллида тузнинг алоҳида молекулаларини ажратиб олиб бўлмайди. Улар йўқ. Кристаллнинг ҳаммасини бир хил сондаги Na^+ ва Cl^- ионларидан таркиб топган улкан макромолекула сифатида қараш керак, $\text{Na}_n \text{Cl}_n$, бундан n — катта сон (3.15-расмга қ.). Бундай кристаллда ионлар орасидаги боғланиш жуда пухта бўлади. Шу сабабли ионли панжарали моддалар нисбатан жуда қаттиқ бўлади. Улар қийин суюқланидиган ва кам учувчандир.

Ионли кристаллларнинг суюқланиши ионларнинг бир-бирига нисбатан геометрик тўғри жойлашувининг бузилишига ва улар орасидаги боғланиш пухталигининг камайишига олиб келади. Шунинг учун ударнинг суюқланмалари электр токини ўтказида. Ионли бирикмалар, одатда кутбلى молекулалардан таркиб топган суюқликларда, масалан, сувда осон эрийди.

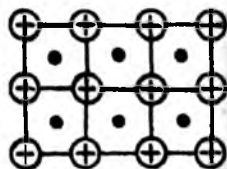
Тугунларида алоҳида атомлар бўладиган кристалл панжаралар *атомли панжаралар* дейилади. Бундай панжараларда атомлар ўзаро пухта ковалент боғланишлар билан бириккан бўлади. Бунга олмос — углероднинг модификацияларидан бири мисол бўла олади. Олмос углерод атомларидан таркиб топган бўлиб, уларнинг ҳар бири қўшни тўртта атом

билан боғланган. Олмосда углероднинг координацион сони 4. Олмоснинг структураси 11.1- расмда кўрсатилган. Натрий хлориднинг панжарасидаги каби олмоснинг панжарасида ҳам молекулалар бўлмайди. Кристаллнинг ҳаммасини йири молекула сифатида қараш керак. Анорган кимёда атомли кристалл панжарали кўп моддалар маълум. Уларнинг суюқланиш температуралари юқори (олмосники 3500°C дан юқори), мустаҳкам, қаттиқ, суюқликларда амалда эримайди. Атомли кристалл панжара қаттиқ бор, кремний, германий ва баъзи элементларнинг углерод ва кремний билан ҳосил қилган бирикмалари учун хосдир.

Молекулалардан (кутбли ва кутбсиз) таркиб топган кристалл панжаралар *молекуляр панжаралар* дейилади. Бундай панжараларда молекулалар бир-бири билан нисбатан бўш молекулалараро кучлар воситасида бириккан бўлади. Шунинг учун молекуляр панжарали моддаларнинг қаттиқлиги кам ва суюқланиш температуралари паст бўлади, сувда эримайди ёки кам эрийди, уларнинг эритмалари электр токини деярли ўтказмайди. Молекуляр панжарали анорган моддаларнинг сони кўп эмас. Уларга муз, қаттиқ углерод (IV)- оксид («қуруқ муз»), қаттиқ водород галогенидлар, бир атомли (нодир газлар), икки (F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , H_2 , O_2 , N_2), уч (O_3), тўрт- (P_4) ва саккиз (S_8) атомли молекулалардан ҳосил бўлган қаттиқ оддий моддалар мисол бўлади. Йоднинг молекуляр кристалл панжараси 3.17- расмда кўрсатилган. Кристалл органик бирикмаларнинг кўпчилиги молекуляр панжарали бўлади.



3.17- расм. Йоднинг кристалл панжараси.

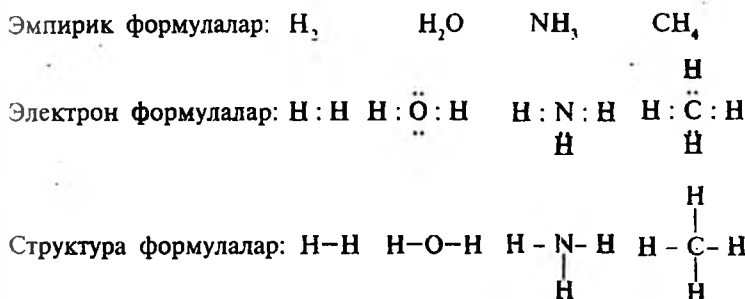


3.18- расм. Металл панжарани схема тарзиде тасвирлаш.

Қаттиқ ҳолатда металллар *металл* кристалл панжаралар ҳосил қилади. Удар, одатда валент электронлар, яъни манфий зарядланган «электрон газ» билан ягона бўлиб боғланган металл катионларининг бирикмаси сифатида тасаввур қилинади. Электронлар катионларни электростатик тортиб, панжаранинг барқарорлигини таъминлайди. 3.18- расмда металл панжаранинг схематик тасвири кўрсатилган (эркин электронлар нуқталар билан кўрсатилган). Уни кристалл панжараларнинг бошқа турлари билан таққосланг.

3.8- §. Структура формулалар

Бирикмаларнинг таркиби кимёвий формулалар: эмпирик, электрон ва структура формулалар кўринишида тасвирланади. Мисол тариқасида водород, сув, аммиак ва метан молекулаларининг тегишли формулаларини ёзамиз:

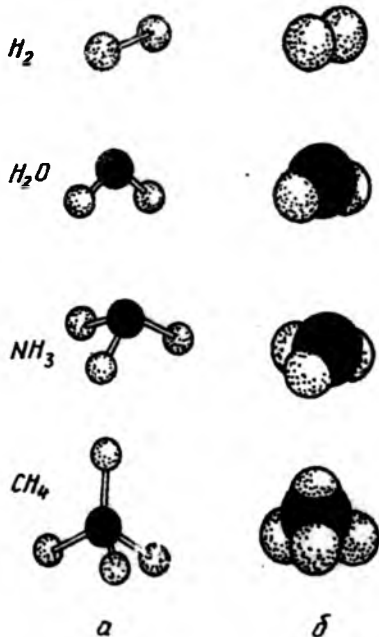


Эмпирик ёки *молекуляр* формулалар молекулаларнинг фақат миқдорий ва сифат таркибини, яъни бирикмалардаги атомларнинг тури ва сонини кўрсатади.

Электрон формулалар элементларнинг символларидан таркиб топган бўлиб, уларнинг атрофида ташқи поғонадаги электронлар, атомлар орасига эса — боғловчи электрон жуфтлар нуқталар сифатида қўйилади. Бу формулалар молекулада атомларнинг бирикиш тартибини, шунингдек, кимёвий боғланиш табиатини ва молекулаларнинг атомлардан ҳосил бўлиш механизмини кўрсатади, шу сабабли бирикмаларнинг турли реакциялардаги ўзгаришларини тушунтириш учун кўп қўлланилади. Электрон формулаларда атомлар орасидаги икки нуқта электрон будутларнинг бир-

бирини қоплаш жойини, демак, боғловчи электрон будутнинг энг зич жойини ҳам кўрсатади.

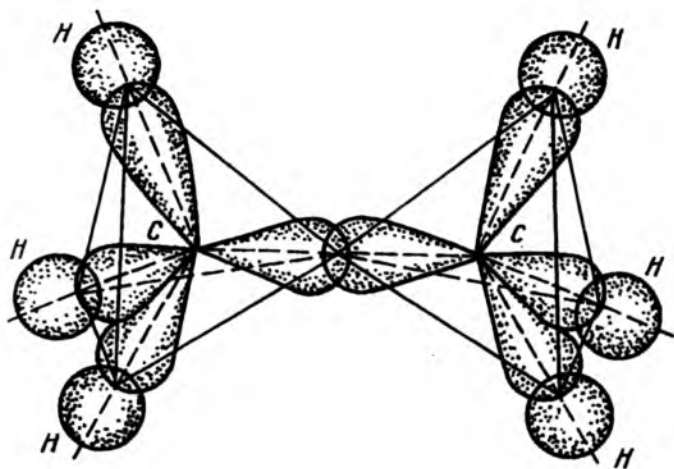
Структуравий электрон формулалар, бошқача айтганда *тузилиш формулалари* — булар ҳар қайси боғловчи электронлар жуфти чизиқча (штрих) билан тасвирланган формулардир. Улар ҳам электрон формулалар каби молекулада атомларнинг бирикиш тартибини, уларнинг бир-бири билан ўзаро боғлиқлигини кўрсатади. Соддалаштириш мақсадида структура формулаларни қисқартирилган, фақат занжирни ҳосил қилувчи атомлар орасидаги боғланиш кўрсатилган ҳолда тасвирлаш қабул қилинган. Масалан, этан $\text{CH}_3\text{—CH}_3$, этилен $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, ацетилен $\text{CH}\equiv\text{CH}$, бутан $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$. Структура формуласи молекулалардаги атомларнинг фазовий жойлашувини акс эттирмайди, бу жойлашув, одатда,



3.19- расм. Молекулаларнинг моделлари:

a — шар-стерженди; *б* — масштабди.

анча мураккаб бўлади. Уни шар-стерженли ва масштабди моделлар (3.19- расм) ёрдамида кўрсатиш мумкин. Шар-стерженли моделларда атомлар бир-бири билан валент боғланишларни кўрсатувчи стерженлар ёрдамида бириктирилади, масштабди моделларда пластилин шарчалар бир-бирига босиб жойлаштирилади, бу билан молекула бўшлиғининг тўлганлиги кўрсатилади. Иккала модель ҳам молекуланинг шаклини яққол кўрсатади. Углерод тўртта бир хил водород атомлари билан бириккан метан молекуласининг моделини тетраэдр (тўғри тўртёқлик) кўринишида тасаввур этиш мумкин: унинг марказида углерод атоми, учларида эса — водород



3.20- расм. Этан молекуласи.

атомлари туради (3.11- расм). Шундай қилиб, углероднинг тўртта валентлиги фазода тетраэдрнинг тўртта учига қараб йўналган. Бу йўналишлар углерод занжирлари ҳосил бўлишида ҳам сақланиб қолади. Этаннинг молекуласини учлари билан бириккан иккита тетраэдрдан иборат шакл сифатида тасаввур этиш мумкин (3.20- расм) ва ҳ.

Кимёда, одатда атомлар фазовий жойлашганлигини эслатилгани ҳолда структура формулалардан фойдаланилади. Бу формулалар фақат ковалент боғланишли, молекуляр кристалл панжарали бирикмалар учунгина қўлланилади. Органик бирикмаларнинг жуда кўпчилиги, кўпгина кислота ва баъзи металлмасларнинг оксидлари молекуляр кристалл панжарали бўлади.

3.9- §. Оксидланиш даражаси

Оксидланиш даражаси кимёнинг асосий тушунчалари қаторига киради. У атомнинг бирикмадаги ҳолатини тавсифлаш учун киритилган.

Бу тушунчани таърифлашда бирикмада боғловчи (валент) электронлар электрманфийроқ атомларга ўтади, шу сабабли бирикма фақат мусбат ва манфий зарядланган ионлардан тар-

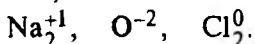
киб топади, деб шартли равишда тахмин қилинади. Ҳақиқатда эса кўпчилик ҳолларда электронлар батамом берилмайди, балки электронлар жуфти ёки, аниқроғи, боғловчи электрон будут бир атомдан иккинчи атомга томон силжийди, холос.

Оксидланиш даражаси — бу бирикмадаги атомнинг бирикма фақат ионлардан таркиб тошган, деган тахмин асосиди ҳисоблаб топишган шартли зарядидир.

Бу тушунчани бошқача таърифлаш ҳам мумкин: *оксидланиш даражаси — бу атомнинг бирикмадаги бошқа атомлар билан боғланишида иштирок этган электронлар жуфти электронманфийроқ атомларга ўтгандаги, бу хил атомларга тегишли электрон жуфтлар эса улар орасида бўлинганда атомда пайдо бўладиган электр зарядидир.*

Келтирилган таърифлардан оксидланиш даражаси электр зарядининг қийматини (электрон заряди бирликларида) ифодалайди ва молекула ёки иондаги ҳар қайси боғланиш электронларининг электронманфийроқ атомларга тааллуқли эканлиги ҳақидаги тахминга асосланади, деган хулоса келиб чиқади.

Оксидланиш даражаси манфий, мусбат ва ноль қийматга эга бўлиши мумкин, у одатда + ёки — ишорали араб рақамлари билан ифодаланади ва элемент символининг тепасига қўйилади. Масалан,



Бошқа атомлардан электронлар олган, яъни боғловчи электрон будут ўзи томонига силжиган атомлар оксидланиш даражасининг қиймати манфий бўлади. Фтор атоми барча бирикмаларида манфий оксидланиш даражасига (−1) эга бўлади.

Ўзининг электронларини бошқа атомларга берадиган, яъни боғловчи электрон будут ўзидан нарига силжиган атомларнинг оксидланиш даражасининг қиймати мусбат бўлади. Бундайларга бирикмалардаги металллар киради. Ишқорий металлларнинг оксидланиш даражаси +1, ишқорий-ер металларики +2.

Оддий моддаларнинг, масалан водород, хлор, азотнинг молекулаларидаги атомларнинг оксидланиш даражаси ноль қийматга эга бўлади, чунки бунда электрон будут иккала атомга бир хил даражада тааллуқли бўлади. Агар модда атом ҳолатида бўлса, унинг атомларининг оксидланиш даражаси ҳам нолга тенг.

Оксидланиш даражаси каср сон бўлиши ҳам мумкин. Масалан, магнитли темиртош Fe_3O_4 даги темирнинг оксидланиш даражаси $+8/3$ га тенг

Бир атомли ионларда оксидланиш даражаси ионнинг зарядига тенг: K^+ иони учун $+1$, Ba^{2+} иони учун $+2$, S^{2-} иони учун -2 ва ҳ.

Бирикмаларнинг кўпчилигида водород атомларининг оксидланиш даражаси $+1$ бўлади, фақат металлларнинг гидридларида, масалан, NaNH_2 , CaH_2 да у -1 га тенг. Кислороднинг оксидланиш даражаси кўпчилик бирикмаларда -2 бўлади, лекин масалан, фтор билан бирикмаси F_2O да $+2$, пероксидларда эса -1 .

Бу маълумотлардан фойдаланиб, мураккаб бирикмалардаги атомларнинг оксидланиш даражасини ҳисоблаб топиш мумкин; бунда

бирикмадаги атомлар оксидланиш даражаларининг алгебраик йиғиндиси доимо нолга, мураккаб ионда эса — ионнинг зарядига тенглигини эътиборга олиш лозим.

Мисол сифатида фосфат кислота H_3PO_4 даги фосфорнинг оксидланиш даражасини ҳисоблаб топишни кўриб чиқамиз. Бирикмадаги барча атомлар оксидланиш даражаларининг йиғиндиси нолга тенг бўлиши керак. Шу сабабли фосфорнинг оксидланиш даражасини x орқали белгилаб ҳамда бизга маълум бўлган водороднинг оксидланиш даражаси $(+1)$ билан кислороднинг оксидланиш даражаси (-2) ни уларнинг бирикмадаги атомлари сонига кўпайтириб, тенглама тузамиз:

$$(+1) \cdot 3 + x + (-2) \cdot 4 = 0, \text{ бундан } x = +5$$

Хромнинг $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ иондаги оксидланиш даражасини топиш талаб қилинади, деб фараз қилайлик. Иондаги барча атомлар оксидланиш даражаларининг йиғиндиси ионнинг зарядига тенг бўлиши керак. У ҳолда $2x + (-2) \times 7 = -2$, бундан $2x = +12$, $x = +6$.

Кўпчилик атомларнинг (ва демак, элементларнинг ҳам) оксидланиш даражаларининг қиймати бир неча бўлади. Мисол тариқасида даврий системанинг VII группасидаги элементларни — хлор билан марганецни келтириш мумкин. Хлорид кислотада хлорнинг оксидланиш даражаси -1 га тенг, эркин ҳолда Cl_2 молекуласида нолга тенг; гипохлорит HClO , хлорит HClO_2 , хлорат HClO_3 , перхлорат HClO_4 ,

кислоталарда тегишлича +1, +3, +5 ва +7 га тенг. Mn_2O_3 , MnO_2 , Mn_3O_4 , K_2MnO_4 , $KMnO_4$ бирикмалар марганецнинг оксидланиш даражаси тегишлича +2, +3, +4, +6/3, +6 ва +7 га тенг. VII группа элементларининг атомларида энг юқори мусбат оксидланиш даражаси +7 га тенг.

VI группа элементлари, масалан, олтингугурт атомларининг бирикмалардаги ўзига хос бўлган оксидланиш даражалари -2, +4, +6. Элементнинг энг юқори оксидланиш даражаси +6 га тенг.

V группада азот HNO_3 , NO_2 , HNO_2 , NO , N_2O , NH_3 бирикмаларда тегишлича +5, +4, +3, +2, +1, -3 га тенг оксидланиш даражаларини намоён қилади. Энг юқори оксидланиш даражаси +5 га тенг.

IV группадаги элементларнинг бирикмаларида энг юқори оксидланиш даражаси +4 га тенг, III группа элементларида +3, II группа элементларида +2, ишқорий металлларда эса +1 га тенг.

Оксидланиш даражасини билган ҳолда бинар бирикмаларнинг формулалари тузилади. Масалан, кремний нитридининг формуласини ёзиш учун азотнинг нисбий электронманфийлиги кремнийникидан катта эканлигини 2.2- жадвалдан аниқлаймиз. Азотга томон силжийдиган электронлар сони 4 га тенг ва кремнийнинг оксидланиш даражаси +4. Азот атомига томон 3 электрон силжиши мумкин (унинг p - орбиталларида 3 та жуфтлашмаган электрон бор). Бунда азотнинг оксидланиш даражаси -3 га тенг, Si^{+4} ва N^{-3} бирикмасининг формуласи Si_3N_4 бўлади.

Боғланиш ҳосил қилишда атомнинг барча валент электронлари иштирок этганида атомнинг юқори мусбат оксидланиш даражасини намоён қилади. Сон жиҳатдан у даврий система группасининг номерига тенг ва элементнинг бирикмаларидаги м у ҳ и м м и қ д о р и й х а р а к т е р и с т и к а с и ҳисобланади. Элементнинг бирикмаларида учрайдиган энг кичик оксидланиш даражаси қиймати қуйи оксидланиш даражаси дейилади. Элементнинг қолган барча оксидланиш даражалари ўртача ёки оралиқ оксидланиш даражалари дейилади. Масалан, олтингугурт атомида (элементида) энг юқори оксидланиш даражаси +6 га тенг, қуйиси -2, оралиқ оксидланиш даражаси +4.

Элементлар оксидланиш даражаларининг даврий систе-

манинг группалари бўйича ўзгариши тартиб номери ортими билан элементлар кимёвий хоссаларининг даврий ўзгаришини акс эттиради.

Оксидланиш даражасини турли моддаларни классификациялашда, уларнинг хоссаларини баён қилишда ва оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини куриб чиқишда татбиқ этиш, айниқса қулайдир. Буни бир неча мисолларда кўрсатиб ўтамиз, HPO_3 (+5), H_2PO_4 (+5), $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (+5), H_3PO_3 (+3) кислоталарда фосфорнинг оксидланиш даражасини аниқлаб, дастлабки учта кислота бирига ўхшаш бирикмалар, деган хулосага келиш мумкин, чунки уларда фосфорнинг оксидланиш даражаси бир хил ва +5 га тенг ҳамда хоссалари жиҳатидан фосфит кислота H_3PO_3 дан фарқ қилади, бу кислотада фосфорнинг оксидланиш даражаси +3 га тенг.

Иккинчи мисол — SO_2 нинг SO_3 га ва HSO_3 нинг HSO_4 га қадар оксидланиши. Иккала ҳолда ҳам олтингургуртнинг оксидланиш даражаси +4 дан +6 га қадар ўзгаради, яъни ўша оксидланиш жараёнининг ўзи содир бўлади.

Элементнинг бирикмадаги оксидланиш даражасини билган ҳолда бу бирикма оксидланиш ёки қайтарилиш хоссаларини намоён қилишини олдиндан айтиш мумкин. Масалан, сульфат кислота H_2SO_4 да олтингургурт энг юқори оксидланиш даражасида (+6) бўлади ва, демак, бошқа электронлар бера олмайди, шу сабабли сульфат кислота фақат оксидловчи бўлиши мумкин. Водород сульфид H_2S да олтингургурт, аксинча, қуйи оксидланиш даражасига (−2) эга ва бошқа электронлар қабул қила (октет ҳосил қила) олмайди, шу сабабли водород сульфид фақат қайтарувчи бўлиши мумкин. Лекин сульфит кислота H_2SO_3 (унда олтингургурт оралиқ оксидланиш даражаси +4 га эга ва электронлар бериши ҳам, бириктириб олиши ҳам мумкин) шароитга қараб оксидлаш хоссаларини ҳам, қайтариш хоссаларини ҳам намоён қилиши мумкин. Олтингургуртнинг аналоглари — селен ва теллурнинг бир типдаги бирикмалари ҳақида ҳам шундай хулоса чиқариш мумкин. Селен ва теллур атомлари юқори оксидланиш даражаларида оксидланиш даражаси +4 ва айниқса −2 бўлган атомлардан кескин фарқланади. Бу гап даврий системанинг бошқа группачаларидан элементларга ҳам тааллуқлидир.

Оксидланиш даражаси тушунчаси оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини ўрганишда (7-бобга қ.) айниқса кенг қўлланилади.

3.10- §. Кимёвий боғланиш ҳамда валентлик

Атомнинг (элементнинг) *валентлиги* ҳам кимёнинг асосий тушунчалари қаторига киради. У элементлар атомларининг кимёвий боғланишлар ҳосил қилиш хусусиятла-

рини кўрсатади. Илгари бу катталиқ айни элементнинг битта атоми бирикадиган бир валентли элементнинг атомлар сони сифатида аниқланар эди. Масалан, хлорид кислота HCl да хлор бир валентли, сув H_2O да кислород икки валентли, аммиак NH_3 да азот уч валентли, метан CH_4 да углерод тўрт валентли, PCl_3 да фосфор беш валентли, SF_6 да олтингугурт олти валентли, ReF_7 да рений етти валентли, XeO_4 да ксенон саккиз валентли.

Валентлик ва структура формулаларнинг физик маъносини тушунишга атомларнинг тузилиши ва кимёвий боғланиш ҳақидаги таълимот ёрдам берди. Элементларнинг атомлари электронлар бериш, бириктириб олиш ёки умумий электрон жуфтлар ҳосил қилиш хусусиятига эга. Атомлар орасида кимёвий боғланиш ҳосил бўлишида иштирок этадиган электронлар *валент* электронлар дейилади. Булар энг бўш боғланган электронлардир.

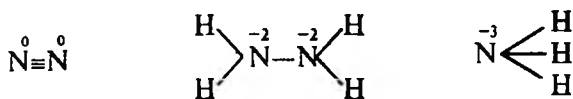
Кимёвий элементларда атомдаги валент электронларнинг умумий сони, олатда, Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг группа номерига тенг бўлади. Масалан, олтингугурт атомида (VI группа элементи) ҳаммаси бўлиб 16 электрон бор, улардан 6 таси валент электронлардир.

Валент электронларга, аввало ташқи тугалланмаган поғоналардаги электронлар киради. Лекин ташқаридаги иккинчи поғонанинг (масалан, *d*- элементларда электронлари) шунингдек, ташқаридан учинчи поғонанинг (масалан *f*- элементларида) элементлари ҳам валент электронлар бўлиши мумкин.

Кимёвий боғланиш ҳақидаги таълимот ривожланиши билан валентлик ҳақидаги тушунчаларнинг ўзи ҳам ўзгаради. Ҳозирги вақтда **валентлик берилган атом бошқа атомлар билан бириккан кимёвий боғланишлар сони сифатида аниқланади.**

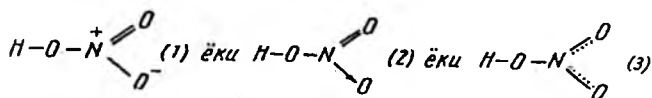
Атом ҳосил қила оладиган боғланишлар сони унинг жуфтлашмаган электронлари сонига тенг. Энг оддий ҳолларда элемент атомининг валентлиги ҳам унда умумий электронлар жуфти ҳосил қилишга кетадиган жуфтлашмаган электронлар сони билан аниқланади. Бунда ҳосил бўлган боғланишларнинг қутблилиги эътиборга олинмайди, шунинг сабабли **валентликнинг ишораси бўлмайдиган**. Шунинг таъкидлаб ўтиш керакки, боғланишлар сони сифатида аниқланадиган валентлик манфиат бўлиши ҳам, нолга тенг бўлиши ҳам мумкин эмас.

Бу ҳолатни азот N_2 , гидразин N_2H_4 , аммиак NH_3 , аммоний иони NH_4^+ ва нитрат кислота HNO_3 мисолларида кўриб чиқамиз. Азот атомида электронларнинг квант катакчалар бўйича тақсимланиш схемаси 2.7- § да берилган. Ундан осонгина шундай хулоса чиқариш мумкинки, азотнинг учта жуфтлашмаган электрони бўлгани сабабли у учта кимёвий боғланиш ҳосил қилиши мумкин ва унинг валентлиги учга тенг. Ковалент боғланишнинг ҳар қайси электрон жуфтини чизиқча билан белгилаб, структура формулаларни оламиз:



Бу бирикмаларнинг ҳаммасида азот уч валентли. Лекин азотнинг оксидланиш даражаси турлича ва мос равишда 0, -2, -3 га тенг (символлар устидаги рақамлар). Аммоний иони NH_4^+ да азот тўрт валентли (тўртта боғланиши бор, 3.1- § га қ.), лекин азотнинг оксидланиш даражаси -3 га тенг. NH_3 молекуласига протон бириктириб олинганда азотнинг валентлиги 3 дан 4 га қадар ортади, лекин оксидланиш даражаси ўзгармай қолади.

Нитрат кислота молекуласида ҳам азотнинг валентлиги тўртга тенг. Ҳозирги вақтда нитрат кислотанинг структура формуласи қуйидагича тасвирланади:



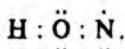
Бунда кислороднинг фақат азот билан боғланган иккала атоми тенг қимматли эканлиги назарда тутилади; улар азот атомидан бир хил масофада туради ва ҳар қайсисининг заряди электроннинг яримта зарядига тенг, яъни азотнинг тўртинчи боғланиши кислороднинг иккита атоми орасида тенг тақсимланган. Бунда молекуладаги атомлар ташқи поғоналарининг электрон конфигурацияси барқарор бўлади: кислород билан азотда саккиз электронли, водородда эса икки электронли поғонага айланади.

Нитрат кислотанинг электрон структурасини бирин-кетин шундай келтириб чиқариш мумкин.

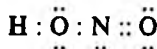
1. Водород атоми кислород атоми билан ковалент боғланиш орқали боғланади:



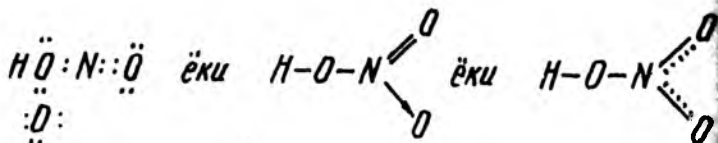
2. Кислород атоми жуфтлашмаган электрони ҳисобига аз атоми билан ковалент боғланиш ҳосил қилади:



3. Азот атомининг иккита жуфтлашмаган электрони кислороднинг иккинчи атоми билан ковалент боғланиш ҳосил қилади:



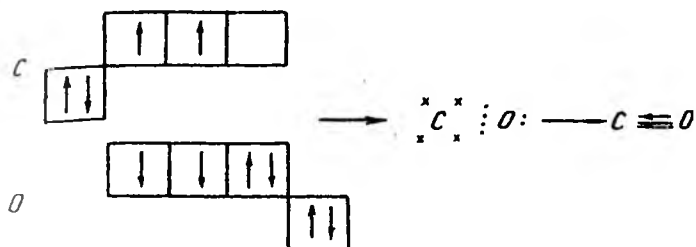
4. Кислороднинг учинчи атоми қўзғалган ҳолатга келиб жуфтлашмаган электронларининг жуфтлашиши йўли билан (қўзғалган ҳолатда шундай жуфтлашув бўлиши мумкин) эркин $2p$ - орбиталь ҳосил қилади. Азотнинг бўдинмаган жуфти учинчи кислород атомининг эркин орбитали билан ўзаро таъсирлашиб нитрат кислота молекуласини ҳосил қилади:



Нитрат кислотада азот атоми $2s$ - поғоначадан битта электронини кислород атомларидан бирига бериши мумкин ва бу унинг тўртта жуфтлашмаган электрони бўлади, яъни N ҳолида (биринчи формула) тўрт валентли бўлиб қолади.

Азот беш валентли бўла олмайди. Валентликнинг атомнинг ташқи поғонасида мумкин бўлган орбиталлари (квант каттаклари) сонига тенг қиймати унинг энг юқори чегараси ҳисобланади. Азот жойлашган II давр элементлари атомларининг ташқи поғонасида тўртта орбиталь бор: битта s - ва учта p - орбитал. Демак, ковалент боғланишларнинг (шу жумладан донор-акцепторли механизми бўйича ҳосил бўлгандарининг ҳам) максимали сони 4. Давр номери ортиши билан ҳосил қилинадиган боғланишлар сони кўпаяди, яъни элементларнинг валентлиги катталашади. Лекин азотнинг нитрат кислотадаги оксидланиш даражаси $+5$ га тенг.

Атомларнинг валентлигини аниқлашга яна битта мисол кўриб чиқамиз. CO молекуласида кимёвий боғланиш жуп пухта (1071 кЖ/моль), углерод (II)- оксиднинг физик хоссалари эса азотнинг хоссаларига яқин. Бу ҳол CO молекуласида учдамчи боғланиш ҳосил бўлиши билан тушунтирилади:



Бу схемадан кўриниб турибдики, углерод ва кислород атомларининг иккита жуфтлашмаган электронлари ҳисоби-га иккита ковалент боғланиш вужудга келади. Учинчи боғланиш кислород атомининг (донорнинг) бўлинмаган электрон жуфти билан углерод атомининг (акцепторнинг) эркин орбитали (схемада углероднинг электронлари крестчалар билан тасвирланган) ҳисобига доноракцепторли механизм бўйича пайдо бўлади. Шундай қилиб, углерод (II)-оксидда углерод билан кислороднинг валентлиги 3 га тенг, оксидланиш даражалари эса углеродники +2, кислородники -2.

Бу иккала тушунчани ўзаро таққослаб кўрамиз. Оксидланиш даражаси — шартли, расмий тушунча. Масалан, водород хлоридда хлорнинг эффектив заряди — 0,18 га, натрий хлоридда эса — 0,87 га тенг, лекин хлорнинг оксидланиш даражаси —1 га тенг (фақат бириктириб олинган ва берилган электронлар сони эътиборга олинади). Бундан ташқари, моддаларнинг кўпчилиги ионлардан таркиб топмаган (оксидланиш даражасининг таърифига қ.).

Кўпчилик ҳолларда элемент атомининг оксидланиш даражаси у ҳосил қиладиган боғланишлар сонига мос келмайди, яъни шу элементнинг валентлигига тенг эмас. Бу, айниқса, органик бирикмалар мисолида яққол кўринади. Маълумки, органик бирикмаларда углероднинг валентлиги 4 га тенг (тўртта боғланиш ҳосил қилади), лекин углероднинг оксидланиш даражаси метан CH_4 да — 4, метанол CH_3OH да — 2, формальдегид CH_2O да — 0, чумоли кислота HCOOH да +2, CO_2 да +4. Буни осон ҳисоблаб топиш мумкин.

Валентлик ковалент кимёвий боғланишлар, шу жумладан донор-акцепторли механизм бўйича вужудга келган

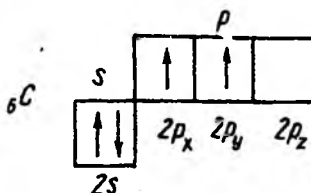
богланишлар сони билан ўлчанади. Ковалент боғланиш бўлмайдиган бирикмаларда атомларнинг валентлиги ҳақида гап юритиб бўлмайди, бунда оксидланиш даражаси ҳақида гапириш керак. Анорганик кимёда кўпчилик ҳолларда атомнинг валентлиги муайянликни йўқотади: унинг сон қиймати бирикманинг кимёвий тузилишини билишга боғлиқ бўлади.

Кўпчилик анорганик бирикмаларнинг формулаларига қараганда элементларнинг валентлиги ҳақида эмас, балки уларнинг оксидланиш даражаси ҳақидагина фикр юритиш мумкин. Шунинг сабабли анорганик кимёда оксидланиш даражаси тушунчасини, органик кимёда эса — валентлик тушунчасини қўллаган маъқул (валентлик — А. М. Бутлеровнинг органик бирикмалар тузилиш назариясининг асосий тушунчасидир). Бунга сабаб шуки, кўпчилик анорганик бирикмалар номулекуляр тузилган, органик бирикмаларнинг кўпчилиги эса молекуляр тузилган. Бу икки тушунчани ҳатто удар соҳибхўсдан бир-бирига мос келганда ҳам айнан бир тушунча деб бўлмайди.

3.11- §. Намунавий масалалар ечиш. Валентлик ва оксидланиш даражаси

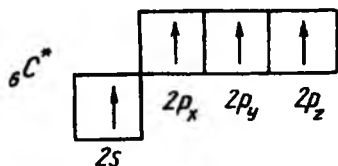
1- масала. Нима учун углерод кўпчилик бирикмаларида тўрт валентли бўлади?

Ечиш. Углероднинг қўзғалмаган атомида ташқи поғонасидаги электронлар орбиталлар бўйича қуйидагича тақсимланади:



Бу схемага кўра углерод 2 валентли, чунки энг оддий ҳолда валентлик жуфтлашмаган электронлар сони билан аниқланади. Лекин углерод атомида битта бўш $2p$ - орбиталь бормас ва нисбатан оз энергия сарфланганда битта $2s$ - электрон 2

ҳолатига ўтади, натижада жуфтлашмаган электронларнинг умумий сони тўртга етади:



Электроннинг 2s- дан 2p- га ўтиши учун сарфланган энергияни иккита қўшимча боғланиш вужудга келишида чиқадиган энергия ортиғи билан қоплайди.

2- масала. Қуйидаги молекулалар ва иондаги азотнинг оксидланиш даражасини аниқланг: а) N_2O_4 , б) $(NH_4)_2CO_3$, в) NO_2^- .

Ечиш: а) Азотнинг оксидланиш даражаси x , кислородники — 2. Молекуланинг нейтраллигига асосланиб тенглама тузамиз:

$$2x + 4(-2) = 0,$$

бундан $x = +4$, яъни N_2O_4 да азотнинг оксидланиш даражаси +4 га тенг.

б) Карбонатларда (карбонат кислота H_2CO_3 нинг тузларида) водороднинг оксидланиш даражаси +1, кислородники — 2, углеродники +4, азотники x га тенг. Тенглама тузамиз:

$$2x + 2 \cdot (+1) + (+4) + 3(-2) = 0,$$

бундан $x = -3$, яъни $(NH_4)_2CO_3$ да азотнинг оксидланиш даражаси —3 га тенг.

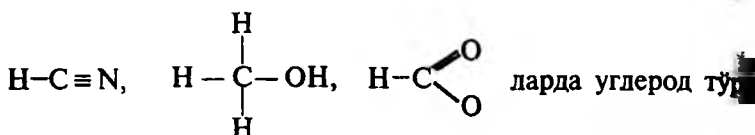
в) Кислород билан азотнинг оксидланиш даражалари тегишлича —2 ва x га тенг. NO_2^- ионнинг заряди —1 га тенглигини эътиборга олиб, тенглама тузамиз:

$$x + 2(-2) = -1.$$

Бундан $x = +3$, яъни NO_2 ионда азотнинг оксидланиш даражаси +3 га тенг.

3- масала. HCN , CH_3OH , $HCOH$ бирикмаларда углероднинг валентлигини ва оксидланиш даражасини аниқланг.

Ечиш. Бу бирикмаларнинг структура формулаларида



валентли, деган худосага келамиз, унинг оксидланиш даражаси эса қуйидагига тенг бўлади:

$$\begin{array}{ll} \text{HCN да} & : \quad 1+x+(-3)=0, \quad x=2; \\ \text{CH}_3\text{OH да} & : \quad x+3(+1)+(-2)+1=0, \quad x=-2; \\ \text{HCOH да} & : \quad 1+x+(-2)+1=0, \quad x+0 \end{array}$$

Кимёвий боғланиш

1- масала. Қуйидаги бирикмалар қаторида бирикмаларнинг барқарорлиги қандай ўзгаришини аниқланг. HF, HCl, HBr, HI.

Ечиш. Бу икки атомли молекулаларда боғланиш пухталиги боғланишнинг узунлигига боғлиқ. Фтордан йодга ўтилганда атом радиуси катталашганлиги сабабли бу йўналишда H-галоген боғланиш узунлиги ҳам ортади, яъни бирикмаларнинг барқарорлиги фтордан йодга ўтганда камаяди.

2- масала. Олтингугурт калий, водород, бром ва углерод билан кимёвий боғланиш ҳосил қилади. Бу боғланишлардан қайси бирининг кутбилиги энг кўп ва қайси бириники энг кам? Боғланишнинг электрон булути қайси атом томонга силжишини кўрсатинг.

Ечиш. Атомларнинг нисбий электрманфийликлари қийматидан (2.2- жадвалга қ.) фойдаланиб, олтингугуртнинг нисбий электрманфийлиги у билан кимёвий боғланиш ҳосил қиладиган атомларнинг нисбий электрманфийликларида қанча фарқ қилишини (Δx қийматини) топамиз:

$$\begin{array}{l} \Delta x_{\text{S-K}} = 2,6 - 0,91 = 1,69, \text{ олтингугурт атоми S томонига силжийди;} \\ \Delta x_{\text{S-H}} = 2,6 - 2,1 = 0,5, \text{ олтингугурт атоми S томонига силжийди;} \\ \Delta x_{\text{S-Br}} = 2,6 - 2,74 = -0,14, \text{ бром атоми Br томонига силжийди;} \\ \Delta x_{\text{S-C}} = 2,6 - 2,50 = 0,1, \text{ олтингугурт атоми S томонига силжийди.} \end{array}$$

Δx нинг абсолют қиймати қанча катта бўлса, боғланиш шунча кутбли бўлади. Ушбу мисолда кутбилиги энг кучлиси олтингугурт — калий — S — K боғланишдир.

3- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УЛАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

3.1. Молекуласида қайси турдаги кимёвий боғланиш бўлган моддаларнинг суюқланиш температураси нисбатан паст бўлиб, улар электр токини ўтказмайди ва сувда ёмон эриш хусусиятига эга бўлади?

А) ионли В) ковалент С) қутбли ковалент D) донор-акцептор Е) металл

Ечиш. Тест шартиди санаб ўтилган хусусиятга эга бўлган моддалар таркибидаги молекулалар қутбсиз, улардаги молекулалараро таъсирлашув жуда заиф, ион ҳолига ўтмайдиган молекулалардан ташкил топган бўлиши керак. Бундай моддалардан ташкил топган кристалл панжаралар туннеларида молекулалар жойлашган бўлади (3.7- § га қаранг).

Жавоб: В бўлади.

3.2. Қуйида келтирилган молекулаларнинг қайси бирида кимёвий боғнинг пухталиги каттароқ бўлади?

А) фтор В) водород С) кислород D) азот Е) йод

Ечиш. Молекулаларни ҳосил қилиш натижасида атомлар орасидаги боғнинг энергияси (боғнинг пухталиги) атомлар оралиғидаги масофага тескари пропорционал, боғлар (δ - ва π - турдаги) сонига эса тўғри пропорционал бўлади (3.2- § га қаранг). А, В ва Е жавоблардаги молекулаларни ҳосил қилишда якка боғ қатнашади. Уларнинг пухталиги H_2 , I_2 ва I_2 қаторида камая боради (улардаги атомлар радиуси ортиб боради, яъни атомлар орасидаги масофа ҳам шу тартибда ортади). Тестнинг С ва D жавобларидаги кислород молекуласида қўшбоғ, азот молекуласида эса учбоғ мавжуд. Шу кетма-кетликда боғ пухталиги ортиб боради. Хулоса қилиб айтганда, келтирилган икки атомли молекулалар орасида азот молекуласи энг пухта боғга эга бўлади.

Жавоб: D бўлади.

3.3. Қуйидаги келтирилган молекулалар орасидан қутбли хоссага эга бўлганларини танланг.

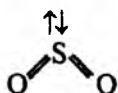
1) аммиак; 2) углерод (IV) оксид; 3) сув;
4) углерод (IV) сульфид; 5) фосфан; 6) олтингугурт (VI) оксид; 7) олтингугурт (IV) оксид;
8) кремний (VI) оксид.

А) 1, 3, 5, 7 В) 1, 2, 3, 4 С) 2, 3, 4, 6
D) 1, 4, 5, 8 Е) 2, 4, 5, 7

Ечиш. Кимёвий боғларнинг қутбли бўлиши учун э муҳим шарт — боғланувчи атомларнинг нисбий электрманфийликлари фарқ қилиши керак. Иккинчи шарт — электрманфийлиги кичик бўлган атомдан шу хусусияти катта бўлган атомга йўналган диполь момент вектори (3.4- § га қаран) шу молекуладаги қўшни боғлар вектори билан қўшилиш натижасида олинган натижа катта бўлиши керак.

Масалан, CO_2 молекуласида (унинг фазовий тузилиши $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ бўлиб) айрим боғлар векторлари узунлиги бир хил бўлгани ва уларнинг йўналиши қарама-қарши томон бўлиши туфайли иккала томонга йўналиш векторининг йиғиндиси нолга тенг бўлади, яъни ҳар бир боғ қутбли бўлганига қарамасдан дипол момент векторлари бир-бирини сўндиради. Атомлари сони CO_2 никига бир хил бўлган SO_2 молекуласида ҳам векторлар узунлиги бир хил, лекин уларнинг йўналиши орасидаги бурчак 180° эмас, унинг қиймати 120° га тенг бўлади, векторлар йиғиндиси нолда катта. Молекуладаги боғлар орасидаги бурчак ҳосил бўлиши олтингугурт атомидаги тақсимланмаган электро

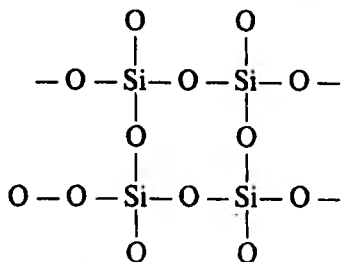
жуфти таъсирида юзага келиб чиқади:



Бу молекула қутбли бўлишига CO_2 даги чизикли тузилиш симметрияси SO_2 да камайиши сабаб бўлади.

Шундай боғларнинг сони ортиб борганда симметрия юқорилашиши натижасида дипол момент векторлари узунлиги бир хил бўлганда тетраэдр тузилишли системанинг векторлар йиғиндиси нолга тенг бўлиб қолади.

SiO_2 молекуласида кислород атомлари қўшни Si атомларини боғлашда қатнашади:



Бу чизмада кремний тетраэдр марказида, кислород атомлари эса тетраэдр чўққиларида жойлашган.

Тестда келтирилган молекулалардан қутбли бўлганлари қуйидагилардир (шартдаги тартиб рақам сақланган ҳолда):

1) аммиак (уч бурчакли пирамидал тузилишга эга);
3) сув (бурчакли молекула, икки боғ орасидаги бурчак $104,5^\circ$ га тенг);

5) фосфин (аммиак тузилишига ўхшаш);

7) олтингургурт (IV) оксид юқорида таҳлил этилди;

Жавоб: А бўлади.

3.4. Формулалари келтирилган моддалар атомлари орасида ҳам ковалент, ҳам ионли боғ мавжуд бўлганларини танланг.

1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$; 2) NaOCl ; 3) FeS_2 ;

4) HCOONa 5) $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$;

6) CH_3Cl .

А) 1, 2, 3 В) 2, 3 С) 3, 4 D) 2, 4 E) 1, 5, 6.

Ечиш. Ковалент боғ ҳосил қиладиган иккита элементнинг нисбий электрманфийликлари орасидаги фарқ 0,5 бирликдан кичик бўлган ҳолларда амалга ошади. Ионли боғнинг ҳосил бўлиши учун бундай фарқ кўпинча 1,7 дан катта бўлганда кузатилади. Бир молекулада ҳам ионли, ҳам ковалент боғ ҳосил қиладиган моддаларда кислота тузи ва қолган қисмида металлмаслар ўзаро боғланган бўлиши мумкин. Тестда сўралган моддалар фақат иккита — гипохлорит кислотанинг натрийли тузи (2- модда) ва чумоли кислотанинг натрийли тузи (4- модда) шу хусусиятга эга бўлади.

Жавоб: D бўлади.

3.5. Қуйидаги молекулаларнинг график формуласида боғлар сони 15 ва ундан ортиқ бўлганларини танланг.

1) натрий сульфат; 2) магний ацетат; 3) аммоний бихромат; 4) калий ортофосфат; 5) темир (III) сульфат; 6) кальций фосфат; 7) толуол; 8) изобутан; 9) изопрен; 10) гексахлоран.

А) 1, 3, 5, 7, 9 В) 2, 3, 4, 5, 10 С) 2, 4, 5, 7, 9 D) 1, 4, 5, 6, 8 E) 2, 3, 5, 7, 10.

Ечиш. Бу тестни ечиш учун ҳар бир молекуланинг структур формулаларини тузиб, улардаги атомларни бирлаштирувчи боғлар — чизиклар сонини санаб чиқиш керак. График формулаларда ионли табиатга эга бўлган боғларни

чизиш қабул қилинмаган, лекин улардаги боғ табиати эмас, боғловчи восита электростатик табиатга эга бўлса ҳам уни инобатга олиш ўринли бўлади.

1) моддада боғлар сони 8 та; 2) моддада 16 та; 3) моддада — 22 та; 4) моддада 8 та; 5) моддада 24 та; 6) моддада 8 та; 7) моддада 18 та; 8) моддада 13 та; 9) моддада 14 ва охириги; 10) моддада 18 та бўлади.

Жавоб: Е бўлади.

4- Б О Б. КИМЁВИЙ РЕАКЦИЯЛАРНИНГ ТЕЗЛИГИ. КИМЁВИЙ МУВОЗАНАТ

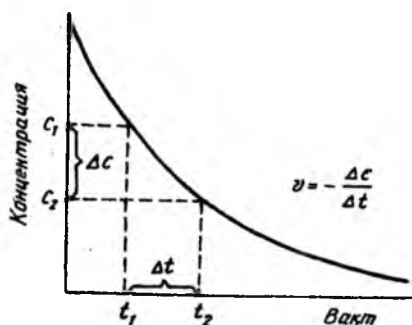
4.1- §. Кимёвий реакцияларнинг тезлиги

Кимёвий реакцияларнинг моҳияти бошланғич моддалардаги боғланишларнинг узилиши ва реакция маҳсулотларида янги боғланишларнинг пайдо бўлишидан иборат. Бунда ҳар қайси элемент атомларининг реакциядан олдинги ва реакциядан кейинги умумий сони ўзгармасдан қолади. Боғланишлар ҳосил бўлишида энергия чиқиши боғланишлар узилганда эса — ютилиши сабабли кимёвий реакцияларда энергетик эффект бўлади. Равшанки, агар бошланғич моддалардаги узиладиган боғланишлар пухталиги реакция маҳсулотларидаги боғланишлар пухталигидан кам бўлса энергия чиқади, акс ҳолда эса энергия ютилади. Одатда энергия иссиқлик кўринишида чиқади ва ютилади.

Моддаларнинг ўзгаришлари ҳақидаги тасаввурлар, шунингдек, уларни саноат миқёсида олишнинг иқтисодий самарадорлиги кимёвий реакцияларнинг тезлиги билан боғлиқ. Кимёвий реакцияларнинг тезликлари ва механизмлари ҳақидаги таълимот *кимёвий кинетика* дейилади.

Кимёвий реакциянинг тезлиги деганда системанинг ҳажми ўзгармаганда реакцияга киришаётган моддалардан бирининг концентрациясининг вақт бирлиги ичида ўзгариши тушунилади.

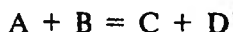
Бунда реакцияда иштирок этаётган моддалардан қайси бири ҳақида гап бораётганлигининг аҳамияти йўқ; уларнинг ҳаммаси бир-бири билан реакция тенгламаси орқали боғланган ва моддалардан бирининг концентрациясининг ўзгаришига қараб қолган барча моддалар концентрацияларининг



1.1- расм. Реакцияга киришадиган модда концентрациясининг вақт ўтиши билан ўзгариши.

тегишлича ўзгариши ҳақида фикр юритиш мумкин. Одатда концентрация моль/л да, вақт эса — секунд ёки минутларда ифодаланади. Агар масалан, реакцияга киришадиган моддалардан бирининг бошланғич концентрацияси 1 моль/л бўлиб, реакция бошлангандан 4 секунд ўтгандан кейин 0,6 моль/л бўлиб қолса, реакциянинг ўртача тезлиги $(1 - 0,6)/4 = 0,1$ моль/(л. с) бўлади.

Умумий ҳолда қуйидаги тенглама бўйича борадиган реакциянинг тезлигини кўриб чиқамиз:



А модда сарфланган сари реакциянинг тезлиги камаяди (бу 4.1- расмда кўрсатилган). Бундан реакциянинг тезлиги фақат муайян вақт оралиғи учун аниқланиши мумкин, деган хулоса келиб чиқади. А модданинг концентрацияси t_1 вақтда C_1 катталиқ, t_2 вақтда эса C_2 катталиқ билан ўлчангани сабабли, $\Delta t = t_2 - t_1$ вақт оралиғида модда концентрациясининг ўзгариши $\Delta C = C_2 - C_1$ бўлади, бундан реакциянинг ўртача тезлиги (v) аниқланади:

$$v = -\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta C}{\Delta t} \quad (4.1)$$

Бу ерда А модданинг концентрацияси камайишига ва Бинобарин, $C_2 - C_1$ айирманинг қиймати манфий бўлишига қарамай, реакциянинг тезлиги фақат мусбат катталиқ бўлиши мумкин; шу сабабли минус ишора қўйилади. Реакция маҳсулотларидан бирининг — С ёки D модда концентрациясининг ўзгаришини ҳам кузатиш мумкин; бу концентрация давомида ортиб боради, шу сабабли тенгламанинг ўнг қисмига плус ишора қўйиш лозим.

Реакциянинг тезлиги доимо ўзгариб турганлиги сабабли кимёвий кинетикада фақат реакциянинг ҳақиқий тезлиги v , яъни вақтнинг шу моментидаги тезлиги кўриб чиқилади.

4.2- §. Реакциянинг тезлигига таъсир этувчи омиллар

Кимёвий реакциянинг тезлиги реакцияга киришаётган моддаларнинг табиатига, реакциянинг бориш шарт-шароитларига: концентрация c га, температура t га, катализаторларнинг иштирок этиш-этимаслигига, шунингдек, баъзи омилларга (масалан, газларда бўладиган реакцияларда — босимга, қаттиқ моддаларнинг реакцияларида — майдаланганлигига, радиоактив нурлантиришга) боғлиқ.

Реакцияга киришаётган моддалар концентрацияларининг таъсири. A ва B моддалар ўзаро кимёвий реакцияга киришиши учун уларнинг молекулалари (заррачалари) бир-бири билан тўқнашиши керак. Тўқнашувлар қанча кўп бўлса, реакция шунча тез кетади. Реакцияга киришувчи моддаларнинг концентрацияси қанча юқори бўлса, тўқнашувлар сонини шунча кўп бўлади. Шу мулоҳазалар ва кўп тажриба маълумотлари асосида кимёвий кинетиканинг асосий қонуни таърифланган; бу қонун реакция тезлигининг реакцияга киришувчи моддалар концентрациясига боғлиқлигини белгилаб беради:

кимёвий реакциянинг тезлиги реакцияга киришаётган моддалар концентрациялари кўпайтмасига пропорционалдир.

(1) реакция учун бу қонун ушбу тенглама билан ифодаланади

$$v = k C_A C_B \quad (4.2)$$

бунда C_A ва C_B — A ва B моддаларнинг концентрациялари, моль/л; k — пропорционаллик коэффициенти, у реакциянинг тезлик константаси дейилади. Кимёвий кинетиканинг асосий қонуни кўпинча таъсир этувчи моддалар қонуни ҳам дейилади.

(4.2) тенгламадан тезлик константаси k нинг физикавий маъносини осон аниқлаш мумкин: у сон жиҳатдан реакцияга ки

ришаётган моддалардан ҳар бирининг концентрацияси 1 моль/л ёки уларнинг қўпайтмаси бирга тенг бўлгандаги реакция тезлигига тенг.

Реакциянинг тезлик константаси k реакцияга киришаётган моддаларнинг табиатига ва температурага боғлиқ, лекин моддаларнинг концентрациясига боғлиқ эмас.

Реакция тезлигини реакцияга киришаётган моддаларнинг концентрацияси билан боғлайдиган (4.2) тенглама *реакциянинг кинетик тенгламаси* дейилади. Агар реакциянинг кинетик тенгламаси тажриба йўли билан аниқланган бўлса, у ҳолда реакцияга киришаётган ўша моддаларнинг бошқа концентрациялардаги реакция тезлигини шу тенглама ёрдамида ҳисоблаб топиш мумкин.

Кимёвий кинетиканинг асосий қонуни реакцияга киришаётган қаттиқ ҳолдаги моддаларни ҳисобга олмайди, чунки уларнинг концентрациялари ўзгармас бўлади ва улар фақат сиртидагина реакцияга киришади. Масалан, кўмирнинг ёниш реакцияси $C + O_2 = CO_2$ учун реакциянинг кинетик тенгламаси ушбу кўринишда бўлади: $v = k C_C S C_{O_2}$ бунда k — тезлик константаси, C_C — қаттиқ модданинг концентрацияси; S — сирт юзаси. Булар ўзгармас катталиклардир. Ўзгармас катталикларнинг қўпайтмасини k_1 орқали белгилаб, $v = k_1 C_{O_2}$ ни олампиз яъни реакциянинг тезлиги фақат кислороднинг концентрациясига пропорционалдир.

Температуранинг таъсири. Реакция тезлигининг температурага боғлиқлиги Вант-Гофф қондаси билан аниқланади:

температура ҳар 10° га кўтарилганда кўпчилик реакцияларнинг тезлиги 2—4 марта ортади.

Бу боғлиқлик математик усулда ушбу нисбат билан ифодаланади:

$$v_{t_2} = v_{t_1} \frac{t_2 - t_1}{10} \quad (4.3)$$

бунда v_{t_1} , v_{t_2} — тегишлича бошланғич (t_1) ва охириги (t_2) ҳароратлардаги реакция тезлиги, v — реакция тезлигининг ҳарорат коэффициенти, у реакцияга киришувчи моддаларнинг ҳарорати 10° кўтарилганда реакциянинг тезлиги неча марта ортишини кўрсатади.

Вант-Гофф қондаси тақрибий бўлиб, уни реакциянинг

тезлигига температуранинг таъсирини тахминий баҳолаш зарур бўлгандагина қўллаш мумкин. Температура кимёвий реакциянинг тезлигига таъсир этиб, тезлик константасини оширади.

4.3- §. Активланиш энергияси

Температура ўзгарганида реакция тезлигининг тез ўзгаришини активланиш назарияси тушунтириб беради. Бу назарияга мувофиқ ушбу реакцияни амалга оширишга старли энергияси бор актив молекулалар (заррачалар) гина кимёвий реакцияга киришади. Ноактив заррачаларга зарурий қўшимча энергия бериш йўли билан уларни актив заррачаларга айлантириш мумкин — бу жараён *активланиш* дейилади. Активланишнинг усулларида бири — температурани ошириш; температура кўтарилганда актив заррачалар сони кўпаяди, шу туфайли реакция тезлиги ҳам кескин ортади.

Реакцияга киришадиган моддалар молекулаларини (заррачаларини) актив заррачаларга айлантириш учун уларга берилиши лозим бўлган энергия активланиш энергияси дейилади.

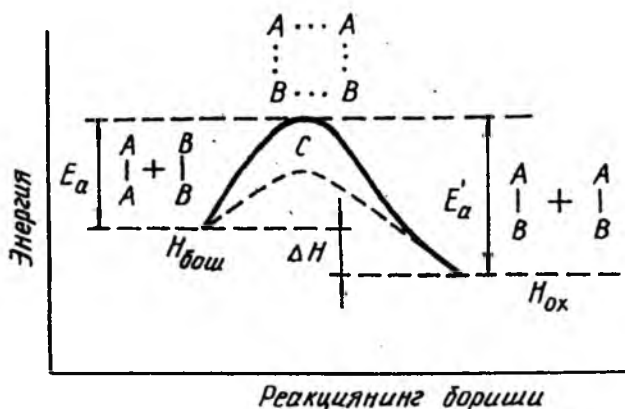
Бу энергия тажриба йўли билан аниқланади. E_a ҳарфи билан белгиланади ва одатда кЖ/моль да ифодаланади. Масалан, водород билан йоднинг бирикиши учун ($H_2 + J_2 = 2HJ$) $E_a = 167,4$ кЖ/моль, водород йодиднинг парчаланиши учун ($2HJ = H_2 + J_2$) $E_a = 186,2$ кЖ/моль.

Активланиш энергияси E_a реакцияга киришаётган моддаларнинг табиатига боғлиқ ва ҳар бир реакциянинг хarakterистикаси ҳисобланади. Бу тасаввурлар умумий ҳолда $A_2 + B_2 = 2AB$ реакция мисолида тушунтириб берилган. Ординаталар ўқи системанинг потенциал энергияси, абсциссалар ўқи — реакциянинг боришини кўрсатади: бошланғич ҳолат — ўтиш ҳолати — охириги ҳолати. Реакцияга киришаётган A_2 ва B_2 моддалар реакция маҳсулоти AB ни ҳосил қилиши учун улар энергетик тўсиқ C ни енгиб ўтиши керак (4.2- расм). Бунга активланиш энергияси E_a сарфланади ва системанинг энергияси сарфланган энергия миқдори қадар ортади. Бунда реакция жараёнида реакцияга киришадиган моддалар заррачаларидан *ўтиш ҳолати* ёки *активланган комплекс* дейиладиган беқарор оралиқ бирикма (C нукта-

да) ҳосил бўлади, кейин унинг парчаланиши охириги маҳсулот АВ нинг ҳосил бўлишига олиб келади. Реакциянинг механизмини ушбу схема билан тасвирлаш мумкин:



Агар активланган комплекс парчаланганида заррачаларни активлаштириш учун заруридан кўпроқ энергия чиқса, реакция экзотермик бўлади. Эндотермик реакцияга тескари жараён — АВ моддадан A_2 ва B_2 моддаларнинг ҳосил бўлиши $2AB = A_2 + B_2$ мисол бўла олади. Бу ҳолда ҳам активлан-



4.2- расм. Реакцияга киришадиган система энергиясининг ўзгариши:

$H_{\text{бош}}$ — бошланғич ҳолат энергияси (бошланғич моддалар); $H_{\text{ох}}$ — охириги ҳолат (реакция маҳсулотлари) энергияси; E_a — тўғри реакциянинг активланиш энергияси; E'_a — тескари реакциянинг

активланиш энергияси; $\begin{array}{c} A \cdots A \\ \vdots \quad \vdots \\ B \cdots B \end{array}$ — активланган комплекс; ΔH — реакциянинг иссиқлик эффектри (энтальпияси).

ган комплекс A_2B_2 ҳосил бўлади, лекин активлаштириш энергияси тўғри жараённикидан кўп бўлади: $E'_a = E_a + \Delta H$

(ΔH — реакциянинг иссиқлик эффекти). Эндотермик реакцияларнинг бориши учун ташқаридан энергия бериш талаб этилади.

4.2- расмдан кўриниб турибдики, система охирги ҳолатининг энергияси билан ($H_{\text{ох}}$) бошланғич ҳолатининг энергияси $H_{\text{бош}}$ орасидаги айирма реакциянинг иссиқлик эффектига тенг (1.8- § га қ.):

$$\Delta H = H_{\text{ох}} - H_{\text{бош}}$$

Реакциянинг тезлиги активланиш энергиясининг қийматига бевосита боғлиқ: агар у кичик бўлса, у ҳолда маълум вақт ичидаги реакцияда кўп сондаги заррачалар энергетик тўсиқни енгиб ўтади ва реакциянинг тезлиги юқори бўлади, лекин агар активланиш энергияси катта бўлса, у ҳолда реакция секин боради.

Ионлар ўзаро таъсирлашганда активланиш энергияси жуда кичик бўлади ва ионли реакциялар жуда катта тезлик билан (амалда бир онда) боради.

4.4- §. Катализ ва катализаторлар ҳақида тушунча

Реакция тезлигини катализаторлар ёрдамида ошириш мумкин. Температурани оширгандан кўра катализатор ишлатган афзалроқ, бундан ташқари температурани ҳамма вақт ҳам ошириш имкони бўлавермайди.

Кимёвий реакцияларнинг тезлигини ўзгартирадиган моддалар катализаторлар дейилади.

Баъзи катализаторлар реакцияни жуда тезлаштириб юборади — **м у с б а т к а т а л и з** ёки тўғридан-тўғри катализ, бошқалари секинлаштиради — **м а н ф и й к а т а л и з** дейилади. Мусбат катализга сульфат кислотанинг олиниши, аммиакнинг платина катализатор иштирокида оксидланиб нитрат кислотага айланиши ва б. мисол бўла олади. Манфий катализга натрий сульфит эритмаси билан ҳаво кислородининг ўзаро таъсир реакциясининг этил спирт иштирокида секинлашиши ёки водород пероксид парчаланиш тезлигининг оз миқдордаги сульфат кислота (0,0001 мас. қисм) иштирокида камайиши ва бошқалар мисол бўлади. Манфий катализ кўпинча **ингибиторлаш**, реакция тезлигини камайтирувчи манфий катализаторлар эса — **ингибиторлар** дейилади (уларнинг таъсир этиш механизми катализаторларнинг таъсиридан фарқ қилади).

Катализаторлар иштирокида содир бўладиган кимёвий реакциялар каталитик реакциялар дейилади.

Кўпчилик кимёвий реакцияларга каталитик таъсир кўрсатиш мумкин. Катализаторларнинг сони жуда кўп, уларнинг каталитик активлиги эса турли-тумандир. Бу активлик реакция тезлигининг катализатор туфайли ўзгариши билан аниқланади.

Катализаторнинг ўзи реакцияларда сарфланмайди ва охириги маҳсулотлар таркибига кирмайди.

Катализнинг икки тури — *гомоген* (бир жинсли) ва *гетероген* (бир жинсли эмас) *катализ* бор.

Гомоген катализда реакцияга киришувчи моддалар ва катализатор бир фазали системадан — газ ёки суюқ системани ҳосил қилади, катализатор билан реакцияга киришувчи моддалар орасида чегара сирти бўлмайди. Масалан, водород пероксиднинг тузлар эритмалари иштирокида (суюқ фаза) каталитик парчаланиши. Гомоген катализда кимёвий реакциянинг тезлиги катализаторнинг концентрациясига пропорционал бўлиши аниқланган.

Гетероген катализда реакцияга киришувчи моддалар билан катализатор турли фазалардан иборат системани ҳосил қилади. Бунда реакцияга киришувчи моддалар билан катализатор орасида чегара сирти бўлади. Одатда катализатор — қаттиқ модда, реакцияга киришувчи моддалар — газлар ёки суюқликлар бўлади. Мисол тариқасида аммиакнинг (газсимон фаза) платина иштирокида (қаттиқ фаза) оксидланишини ёки водород пероксиднинг (суюқ фаза) кўмир ёки марганец (IV) оксид (қаттиқ фаза) иштирокида парчаланишини келтириш мумкин. Гетероген катализда барча реакциялар катализатор сиртида содир бўлади. Шу сабабли қаттиқ катализаторнинг активлиги унинг сиртининг хоссаларига (ўлчамлари, кимёвий таркиби, тузилиши ва ҳолатига) ҳам боғлиқ бўлади.

Мусбат катализаторларнинг таъсири реакциянинг активланиш энергиясини камайтиришдан, бошқача айтганда — энергетик тўсиқнинг баландлигини пасайтиришдан иборат (4.2- расмдаги пунктир эгри чизикқа қ.). Бунда энергиясининг даражаси пастроқ бўлган активланган комплекс ҳосил бўлади ва реакциянинг тезлиги жуда ортиб кетади.

Катализаторлар таъсирининг механизми одатда реакцияга киришувчи моддалардан бирининг оралиқ бирикмалар

ҳосил қилиши билан тушунтирилади. Масалан, агар секин борадиган реакция $A+B=AB$ катализатор K иштирокида олиб борилса, у ҳолда катализатор бошланғич моддаларнинг бири билан реакцияга киришади ва беқарор оралиқ бирикма ҳосил қилади:



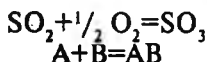
Реакция тез кетади, чунки бу жараённинг активланиш энергияси кам. Сўнгра оралиқ бирикма AK бошланғич модданинг иккинчиси билан ўзаро таъсирлашади, бунда катализатор ажралиб чиқади:



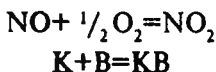
Бу жараённинг активланиш энергияси ҳам кичик, шу сабабли реакция анча тез боради. Агар энди бир вақтда содир бўладиган иккала жараённи қўшсак, тез борадиган реакциянинг якуний тенгламасини оламиз:



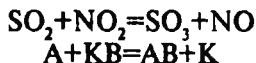
Аниқ мисол келтирамиз — катализатор NO иштирокида SO_2 нинг оксидланиб, SO_3 га айланиши:



Бу реакция секин боради. Лекин катализатор қўшилганида оралиқ бирикма ҳосил бўлади:



ва сўнгра



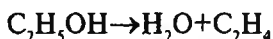
Катализаторнинг сирти бир жинсли эмас. Унда *актив марказлар* бор бўлиб, каталитик реакциялар асосан ана шу марказларда содир бўлади. Реакцияга киришадиган моддалар шу марказларга адсорбиланади, натижада уларнинг катализатор сиртидаги концентрацияси кўпаяди. Бу ҳол кўпинча реакциянинг тезлашувига олиб келади. Лекин реакция тезлиги ортишининг асосий сабаби адсорбиланган молекулалар

кимёвий активлигининг кескин кучайишидир. Катализатор таъсирида адсорбиланган молекулаларда атомлар орасидаги боғланишлар сусаяди ва улар реакцияга киришувчан бўлиб қолади. Бу ҳолда ҳам реакция активлантириш энергиясининг камайиши (шу жумладан катализатор сиртида оралиқ бирикмалар ҳосил бўлиши ҳисобига) туфайли тезлашади.

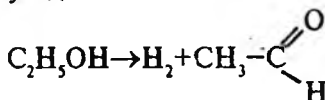
Баъзи моддалар қаттиқ катализаторнинг активлигини камайтиради ёки бутунлай йўқотади. Бундай моддалар *каталитик заҳарлар* дейилади. Мисол тариқасида мишьяк, симоб, кўрғошин бирикмаларини, цианли бирикмаларни келтириш мумкин, улар, айниқса, платина катализаторларга тез таъсир этади. Ишлаб чиқариш шароитида реакцияга киришадиган моддалар каталитик заҳарлардан тозаланади, заҳарланган катализаторлар эса регенерация қилинади (заҳардан ажратилади).

Лекин, ўзи катализатор бўлмай туриб, шу реакция катализаторларининг таъсирини кучайтирадиган моддалар ҳам бор. Бу моддалар *промоторлар* дейилади (платина катализаторлар темир, алюминий ва б. қўшиб промоторланади).

Шуни алоҳида таъкидлаб ўтиш керакки, катализаторлар таъсир этади, шу сабабли турли катализаторларни ишлатиб, битта модданинг ўзидан турли хил маҳсулотлар олиш мумкин. Масалан, катализатор — алюминий оксид Al_2O_3 иштирокида $300^\circ C$ да этил спиртдан сув билан этилен олинади:



Худди ўша температуранинг ўзида, лекин майда туйилган мис иштирокида этил спиртдан водород билан сирка альдегид ҳосил бўлади:



Тажриба ҳар қайси реакциянинг энг қулай катализатори борлигини кўрсатади.

Кимёвий ишлаб чиқаришларда катализаторларнинг роли бениҳоя катта. Сульфат кислотанинг олиниши, аммиак синтез қилиш, қаттиқ кўмирдан суюқ ёқилғи олиш, нефть ва табиий газни қайта ишлаш, сунъий каучук, пластмассалар олиш, ёғларни гидрогенлаш — булар катализаторлар ишла-

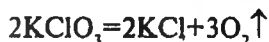
тиладиган энг муҳим ишлаб чиқаришларга бир мисолдир, холос. Равшанки, янги, янада мукаммал катализаторлар топиш меҳнат унумдорлигининг ортишига ва маҳсулот таннархининг камайишига имкон беради.

Биологик катализаторлар — *ферментлар* алоҳида аҳамиятга эга. Ўсимлик ва ҳайвон организмларидаги мураккаб кимёвий жараёнлар ана шу катализаторлар иштирокида содир бўлади.

4.5- §. Қайтмас ва қайтар реакциялар

Фақат бир йўналишда борадиган ва реакцияга киришаётган бошланғич моддалар охириги маҳсулотларга тўлиқ айланидиган реакциялар қайтмас реакциялар дейилади.

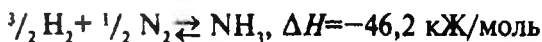
Бундай реакцияга калий хлоратнинг (бертоле тузининг) қиздирилганда парчаланиши мисол бўла олади:



Калий хлоратнинг ҳаммаси калий хлорид билан кислотга айлангандан кейинги реакция тўхтайтиди. Қайтмас реакциялар унчалик кўп эмас. Кўпчилик реакциялар қайтар бўлади.

Бир вақтнинг ўзида бир-бирига тескари икки йўналишда борадиган реакциялар қайтар реакциялар дейилади.

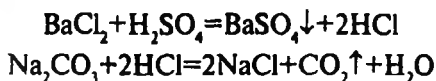
Қайтар реакцияларнинг тенгламаларида чап ва ўнг қисмлари орасида қарама-қарши томонларга йўналган иккита стрелка қўйилади. Бундай реакцияга водород билан азотдан аммиак синтези мисол бўла олади:



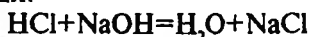
Техникада қайтар реакциялар, одатда, афзал бўлмайти. Шу сабабли улар турли усуллар (температура, босимни ўзгартириш ва б.) билан амалда қайтмас қилинади.

Қуйидаги ҳолларда реакциялар қайтмас бўлади:

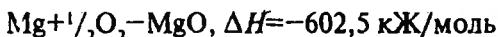
1) ҳосил бўладиган маҳсулотлар реакция доирасидан чиқиб кетади — чўкма ҳолида тушади, газ ҳолида чиқади, масалан,



2) кам диссоциланидиган бирикма (5.10- § га қ.), масалан сув ҳосил бўлади:



3) реакцияда кўп энергия чиқади, масалан магнийнинг ёниши:



Қайтмас реакцияларнинг тенгламаларида чап ва ўнг қисмлари орасига тенглик ишораси ёки стрелка қуйилади.

4.6- §. Кимёвий мувозанат

Қайтар реакциялар охиригача бормади ва *кимёвий мувозанат* қарор топиши билан тугалланади. Масалан, аммиак синтези реакциясида (10.4- §) вақт бирлиги ичида қанча молекула аммиак ҳосил бўлса, шунча аммиак азот билан водородга ажраладиган ҳолатда мувозанат қарор топади. Демак,

кимёвий мувозанатга реакцияга киришаётган моддалар системасининг тўғри ва тескари реакцияларнинг тезлиги ўзаро тенг бўлган ҳолати, деб таъриф бериш мумкин.

Мувозанат ҳолатида тўғри реакция ҳам, тескари реакция ҳам тўхтамайди. Шу сабабли бундай мувозанат *ҳаракатдаги ёки динамик* мувозанат дейилади. Иккала реакциянинг таъсири бир-бирини йўқотгани сабабли реакция аралашмада сезиларли ўзгаришлар содир бўлмайди: реакцияга киришаётган барча моддаларнинг — бошланғич моддаларнинг ҳам ҳосил бўладиган моддаларнинг ҳам концентрациялари ўзгармаслигича қолади. Реакцияга киришаётган моддаларнинг кимёвий мувозанат қарор топгандаги концентрацияси *мувозанат* концентрацияси дейилади. Удар олатда реакцияга киришаётган моддаларнинг ўрта қавсга олинган формулалари билан белгиланади, масалан, $[\text{H}_2]$, $[\text{N}_2]$, $[\text{NH}_3]$, мувозанатмас концентрациялар эса C_{H_2} , C_{N_2} , C_{NH_3} каби белгиланади.

Кимёвий мувозанат ҳолатига реакцияга киришаётган моддаларнинг концентрацияси, температура газсимон моддалар учун эса босим ҳам таъсир этади. Бу параметрлардан биттаси ўзгарганида мувозанат бузилади ва реакцияга киришаётган барча моддаларнинг концентрацияси янги мувозанат қарор топгунга қадар ўзгараверади, бу мувозанат концентрацияларнинг бошқа қийматларида қарор топади. Реак-

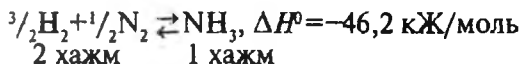
ция системасининг бир мувозанат ҳолатидан бошқасига бундай ўтиши *кимёвий мувозанатнинг силжиши* (ёки сурилиши) дейилади. Агар шароит ўзгарганида охириги моддаларнинг концентрацияси кўпайса, мувозанат реакция маҳсулотлари томонига силжиган бўлади. Агар бошланғич моддаларнинг концентрацияси кўпайса, у ҳолда мувозанат бошланғич моддалар ҳосил бўлиши томонига силжиган бўлади.

4.7-§. Ле Шателье принципи

Реакцияга киришаётган моддаларнинг концентрацияси, температура ва босим (газлардаги реакцияларда) ўзгарганда кимёвий мувозанатнинг силжиш йўналиши умумий қонда билан аниқланади, бу қонда *силжувчан мувозанат принципи* ёки *Ле Шателье принципи* дейилади:

агар мувозанатдаги системага бирор ташқи таъсир ўтказилса (концентрация, температура, босим ўзгартирилса) у ники қарама-қарин реакциядан шу таъсирни камайтирадиган реакциянинг боришига ёрдам беради.

Буни аммиак синтез қилиш реакцияси мисолида тушунтирамиз:



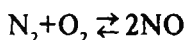
Агар ташқи таъсир азот ёки водород концентрациясини орттиришдан иборат бўлса, у ҳолда бу таъсир шу моддаларнинг концентрациясини камайтирадиган реакцияга ёрдам беради ва, бинобарин, мувозанат аммиак ҳосил бўлиш томонига силжийди. Аммиак концентрациясининг кўпайиши мувозанатни бошланғич моддалар томонига силжитади.

Тенгламадан кўриниб турганидек, тўғри реакция иссиқлик чиқиши билан боргани учун температуранинг кўтарилиши иссиқлик ютиладиган реакциянинг боришига ёрдам беради ва мувозанат бошланғич моддалар томонига силжийди; температуранинг пасайиши мувозанатни реакция маҳсулотлари томонига силжитади.

Мувозанатнинг силжишига босимнинг таъсирини аниқлаш учун тенгламанинг чап ва ўнг қисмларидаги молекулалар сонини ҳисоблаб чиқиш керак. Келтирилган мисолда тенгламанинг чап қисмида иккита, ўнг қисмида — битта молекула бор. Босимнинг оширилиши молекулалар сони камаядиган жараёнга ёрдам берганлиги учун ушбу ҳолда мувоза-

нат реакция маҳсулоти томонига силжийди. Равшанки, босимнинг камайиши мувозанатни бошланғич моддалар томонига силжитади.

Агар қайтар реакция тенгламасида чап қисмидаги молекулар сони ўнг қисмидаги молекулар сонига тенг бўлса, масалан

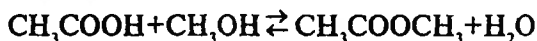


у ҳолда босимнинг ўзгариши кимёвий мувозанатни силжитмайди.

Шуни таъкидлаб ўтиш керакки, барча катализаторлар тўғри реакциянинг ҳам, тескари реакциянинг ҳам тезлигини бир хилда оширади ва шу сабабли мувозанатнинг силжишига таъсир этмайди, мувозанатнинг тезроқ қарор топишига ёрдам беради, холос.

Мувозанатни исталган йўналишда силжитиш Ле Шателье принципига асосланган бўлиб, кимёда катта роль ўйнайди. Аммиак синтез қилиш ва саноатдаги бошқа кўпчилик жараёнлар мувозанатни олинадиган маҳсулот унумдорлиги катта бўладиган томонга силжитиш усуллари татбиқ этиш тўғрисида амалга оширилган.

Кўпчилик жараёнларда кимёвий мувозанатни реакция маҳсулотлари томонига силжитиш учун ҳосил бўладиган моддалар реакция доирасидан чиқариб юборилади. Масалан, этерификациялаш реакцияси



да мувозанатни метилацетат ҳосил бўлиш томонига силжитиш учун системага сувни ютадиган сульфат кислота кириштилади.

Электролитик диссоцилланишда диссоцилланмаган молекулар билан ионлар орасидаги мувозанатни силжитишни 5.9- § дан қ.

4.8- §. Намунавий масалалар ечиш

1- масала. 50°C температурада реакция 3 мин 20 с давом этади. Реакция тезлигининг температура коэффициенти 3 га тенг. Бу реакция 30° ва 100°C да қанча вақтда тугайди?

Ечиш. Температура 50° дан 100°C гача оширилганда Вант-Гофф қондасига кўра реакциянинг тезлиги қуйидагича ортади:

$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = v^{\frac{t_2 - t_1}{10}}, \text{ яъни } 3^{\frac{100 - 50}{10}} = 3^5 = 243 \text{ марта}$$

Агар 50°C да реакция 200 с да (3 мин 20 с) тугайдиган бўлса, 100°C да $200/243 = 0,82$ с да тугайди. 30°C да реакциянинг тезлиги

$$3^{\frac{50 - 30}{10}} = 3^2 = 9 \text{ марта}$$

камаяди ва реакция $200 \cdot 9 = 1800$ с, яъни 30 минутдан кейин тугайди.

2- масала. Куйидаги системада мувозанат қарор топган:



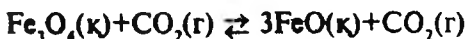
бунда, А, В ва С — газлар. С модданинг мувозанат концентрациясига: а) босимнинг оширилиши, б) А модда концентрациясининг оширилиши, в) температуранинг оширилиши қандай таъсир этади?

Ечиш. а) Реакция содир бўлганида газсимон моддалар молларининг умумий сони 2 дан 1 га қадар камаяди. Ле Шателье принципига мувофиқ босимнинг оширилиши мувозанатнинг газсимон моддаларнинг моллар сони кам бўладиган томонга (яъни С модда ҳосил бўлиш томонига) силжишига олиб келади, демак, [С] кўпаяди.

б) А модда концентрациясининг кўпайиши мувозанатнинг маҳсулот С ҳосил бўлиш томонига силжишига олиб келади, яъни [С] кўпаяди.

в) $\Delta H^\circ < 0$ бўлгани сабабли иссиқлик ажралиб чиқади, реакция — экзотермик. Тескари реакция албатта эндотермик бўлади. Температуранинг оширилиши доимо иссиқлик ютиладиган реакциянинг содир бўлишига ёрдам беради, яъни мувозанат А ва В моддалар томонига силжийди ва [С] камаяди.

3- масала. Куйидаги қайтар системада



босимнинг оширилиши кимёвий мувозанатга қандай таъсир этади?

Ечиш. Тўғри ($v_{\text{тўғ}}$) ва тескари ($v_{\text{тес}}$) реакциялар учун тезлик ифодаларини ёзамиз:

$$v_{\text{тўғ.}} = r_{\text{тўғ.}} [\text{CO}]; v_{\text{тес.}} = r_{\text{тес.}} [\text{CO}_2]$$

Тўғри ва тескари реакцияларнинг тезликлари қаттиқ моддалар концентрацияларига боғлиқ эмас. Босим 2 марта оширилганда CO ва CO_2 концентрациялари ҳам икки марта ортади. Демак, тўғри ва тескари реакцияларнинг тезликлари бир хил ортади ва системада мувозанат силжймайди.

4- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УЛАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

4.1. Тенгламаси $3\text{A} + 2\text{B} = \text{A}_3\text{B}_2$ бўлган реакция бошланишидан қисқа вақт ўтгандан кейин моддалар концентрациялари (мол/л) қуйидагича бўлган:

$$C_{\text{A}} = 0,03, C_{\text{B}} = 0,01 \text{ ва } C_{\text{C}} = 0,02.$$

А ва В моддаларнинг бошланғич концентрацияларини (мол/л) ҳисобланг.

- А) 0,08 ва 0,07; В) 0,08 ва 0,08; С) 0,09 ва 0,05;
Д) 0,10 ва 0,11; Е) 0,11 ва 0,12.

Ечиш. Тенгламага биноан 1 мол A_3B_2 ҳосил бўлиши учун 3 мол А ва 2 мол В иштирок этиши лозим. 0,02 мол A_3B_2 ни ҳосил қилишда 3 барабар кўп ($0,02 \cdot 3 = 0,06$ мол) миқдорда А ва 2 барабар кўп В ($0,02 \cdot 2 = 0,04$ мол) сарф бўлган. Демак, А модданинг бошланғич концентрацияси $0,06 + 0,03 = 0,09$ мол В модданики эса $0,04 + 0,01 = 0,05$ мол бўлган.

Жавоб: С бўлади.

4.2. Тенгламаси $2\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{A}_2\text{B}$ бўлган реакцияда C_{A} миқдорини 2 марта оширилганда реакция тезлиги неча марта ўзгаради?

- А) 5; В) 2; С) 3; Д) 6; Е) 4.

Ечиш. Реакциянинг тезлик ифодаси $V = k[\text{A}]^2[\text{B}]$ бўлиб, C_{A} ўзгаришидан олдин моддалар миқдори 1 молдан олинган бўлса, унинг тезлиги $V_1 = k \cdot 1^2 \cdot 1 = k$ бўлади. А модда концентрациясини 2 марта оширилганда $V_2 = k \cdot [2]^2 \cdot [1] = 4k$ бўлади. Унда улар нисбати $V_1 : V_2 = k/k$ 4 марта ортган бўлади.

Жавоб: Е бўлади.

4.3. Реакция тезлигининг температура коэффициенти 2 га тенг бўлганда реакция тезлигини 128 марта ошириш учун температурани неча градусга кўтариш талаб этилади?

- А) 40 В) 50 С) 60 Д) 70 Е) 80.

Ечиш. Вант — Гофф тенгламаси $V_{t_2} = V_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10^\circ}}$ дан (4.2. § га қаранг) $\frac{V_{t_2}}{V_{t_1}} = 128$, $\gamma = 2$ эканлиги маълум экан, унд $128 = 2^{\frac{t_2 - t_1}{10^\circ}} = 2^x$ деб қабул қилсак, ёки $2^x = 128$ бўлса, унда 2 ни 2 га кетма-кет кўпайтириб борганда $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 128$ бўлади. Унда $X = \frac{t_2 - t_1}{10^\circ}$ дан $t_1 = 0^\circ\text{C}$ бўлганда $t_2 = 70^\circ\text{C}$ бўлади.

Жавоби: Д бўлади.

4.4. Тенгламаси $\text{FeO}_{(к)} + \text{CO}_{(г)} \rightleftharpoons \text{Fe}_{(к)} + \text{CO}_{2(г)}$ бўлган системанинг 1000°C даги мувозанат константаси 0,5 га тенг. Агар углерод (II)- оксиднинг бошланғич концентрацияси 0,05 мол/л бўлса, реакцияда қатнашувчи моддалар концентрацияларини ҳисобланг.

- А) 0,04 ва 0,02 В) 0,06 ва 0,03 С) 0,05 ва 0,025
Д) 0,07 ва 0,035 Е) 0,03 ва 0,01

Ечиш. Кимёвий реакциянинг мувозанат константаси (K_M) тўғри ва тескари томонга борадиган реакциялар тезликлари константаларининг нисбатига тенг бўлади.

$$V_{\text{тўғр}} = k_{\text{тўғр}} [\text{CO}] \text{ ва } V_{\text{теск}} = k_{\text{теск}} [\text{CO}_2]$$

(реакциянинг тезлик ифодасида қаттиқ моддалар концентрациялари 1 га тенг деб қабул қилинади). Қайтар реакцияларда мувозанат қарор топганда $V_{\text{тўғр}} = V_{\text{теск}}$ бўлиб, юқоридаги тезликлар ифодаларини

$k_{\text{тўғр}} [\text{CO}] = k_{\text{теск}} [\text{CO}_2]$ ёзиб, ундан $K_M = \frac{k_{\text{тўғр}}}{k_{\text{теск}}} = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}]}$ га эга бўламиз. K_M ўрнига 0,5 ни, $[\text{CO}_2]$ ўрнига X ни, $[\text{CO}]$ ўрнига $(0,05 - X)$ ни қўямиз: $0,5 = \frac{X}{0,05 - X}$. Бу тенгликдан $x = 0,05$ ни оламиз. Ундан $[\text{CO}]$ нинг мувозанат константаси 0,025 бўлади.

Жавоб: С бўлади.

4.5. Куйидаги қайтар реакция



маҳсулот унумини ошириш мақсадида куйидаги омилларнинг қайсиларидан фойдаланиш мумкин?

1) босимни ошириш; 2) босимни камайтириш; 3) температуранинг орттириш; 4) азотнинг концентрациясини камайтириш; 5) температуранинг пасайтириш; 6) кислород концентрациясини ошириш; 7) азот(II) оксид миқдорининг реакция соҳасидан четга чиқариб туриш.

А) 3,4,6 В) 1,3,4 С) 3,6,7 Д) 2,3,4 Е) 4,5,6

Ечиш. Тенгламаси келтирилган жараёнда бошланғич моддалар билан маҳсулотнинг мол миқдорлари бир хил (NO олдида 2 коэффициентни қўйиш керак) бўлгани сабабли босим ўзгариши мувозанат ҳолатини ўзгартира олмайди. Жараён эндотермик хусусиятга эга (эндотермик системаларда ΔH нинг қиймати мусбат бўлади). Шу сабабли Ле Шателье принципига биноан (4.7- § га қаранг) мувозанатни ўнг томонга силжитиш мақсадида система температурасини кўтариш яхши натижа беради. Мувозанат ҳолатидаги системада бошланғич моддаларнинг бирини ёки иккаласининг концентрациясини ошириш тўғри томон борадиган реакция тезлигини оширади (*таъсир этувчи массалар қонуни 4.2- § га қаранг*). Маҳсулот унумини ошириш учун реакция маҳсулотларини системадан чиқариб туриш ҳам Ле Шателье принципи асосида маҳсулот унумини оширувчи омил бўлади. Бу ҳолат таъсир этувчи массалар қонуни асосида осон тушултирилади.

Жавоб: С бўлади.

5- БОБ. ЭРИТМАЛАРНИНГ ЭЛЕКТРОЛИТИК ДИССОЦИЛАНИШ НАЗАРИЯСИ

5.1- §. Эритмалар таркибининг сон ифодаси

Табиатда ва техникада эритмаларнинг катта аҳамияти бор. Ўсимликлар моддаларни эритмалар ҳолида ўзлаштиради. Овқатнинг ҳазм бўлиши озиқ моддаларнинг эритмага ўтиши билан боғлиқ. Табиатдаги барча сувлар эритмалар ҳисобланади. Муҳим физиологик суюқликлар — қон, лимфа ва бошқалар эритмалардир. Кўпчилик кимёвий реакциялар эритмаларда боради.

Эритмалар икки ёки ундан кўп компонентлар (таркибий қисмлар) ва уларнинг ўзаро таъсир маҳсулотларидан таркиб топган бир жинсли (гомоген) системалардир.

Масалан, сульфат кислотанинг эритмаси эритувчидан сувдан (биринчи компонент), эриган моддадан — кислотадан (иккинчи компонент) ва уларнинг ўзаро таъсир маҳсулотларидан — гидратланган ионлардан: H^+ , HSO_4^- , SO_4^{2-} калий гидроксид эритмаси — сувдан, калий гидроксидда ва гидратланган K^+ ҳамда OH^- ионлардан таркиб топган (5.7- § га қ.).

Агрегат ҳолатига кўра эритмалар суюқ, қаттиқ ва газсимон бўлади. Суюқ эритмаларга мисол тариқасида тузларнинг сувдаги эритмаларини кўрсатиш мумкин; қаттиқ эритмаларга никель билан миснинг қотишмаси (шулардан чақанга ясалади) ёки олтин билан кумушнинг қотишмаси мисол бўла олади; газсимон эритмалар — газларнинг аралашмалари, ҳаво. Булар орасида энг катта аҳамиятга эга бўлган суюқ (сувдаги) эритмалардир.

Ҳар қандай эритманинг муҳим характеристикаси унинг таркибидир.

Эритмалар таркибини сон билан ифодалашнинг ҳар хил усуллари бор: эриган модданинг масса улуши, моляр концентрацияси ва бошқалар.

Эриган модданинг масса улуши — бу ўлчамсиз физикавий катталик бўлиб, эриган модда массасининг эритманинг умумий массасига нисбатига тенг, яъни

$$\omega_m = \frac{m_m}{m} \quad (5.1)$$

бунда ω_m — эриган модданинг масса улуши; m_m — эриган модданинг массаси ва m — эритманинг умумий массаси.

Эриган модданинг масса улуши ω_m одатда бирнинг улушларида ёки процентларда ифодаланади. Масалан, эриган модданинг — сувдаги сульфат кислотанинг масса улуши 0,05 га ёки 5% га тенг. Бу деган сўз, сульфат кислотанинг 100 г массали эритмасида массаси 5 г сульфат кислота ва массаси 95 г сув бор, демакдир.

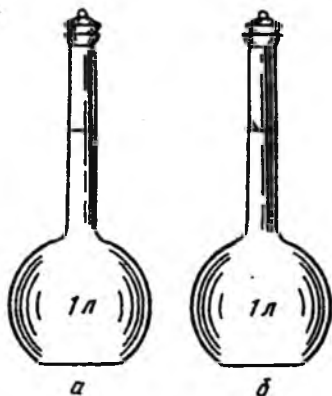
Моляр концентрация ёки молярлик — бу эриган модда миқдорининг эритманинг ҳажмига нисбатига тенг катталик, яъни

$$c(X) = \frac{n(X)}{V} \quad (5.2)$$

бунда $c(X)$ — X заррачаларнинг моляр концентрацияси, $n(X)$ — X модда заррачаларнинг эритмадаги миқдори, V — эритманинг ҳажми. Моляр концентрациянинг асосий бирлиги моль/л. Моляр концентрацияни ёзишга мисоллар: $c(\text{HCl})=0,1$ моль/л, $c(\text{H}_3\text{PO}_4)=0,5$ моль/л, $c(\text{NH}_4^+)=10$ моль/л, $c(\text{H}^+)=1,10^{-5}$ моль/л.

1 литрида 1 моль эриган модда бор эритма моляр эритма дейилади.

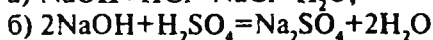
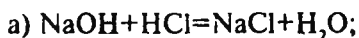
Агар 1 л эритмада 0,1 моль модда бўлса, бу эритма децимоляр, 0,01-моль бўлса — сантимольяр, 0,001 моль бўлса — миллимоляр, эритма дейилади. Эритманинг молярлиги одатда M ҳарфи билан белгиланади. Масалан, 1M NaOH — натрий гидроксиднинг моляр эритмаси, бундай эритманинг 1 литрида 1 моль модда ёки 1 моль $\cdot$ 40 г/моль = 40 г NaOH бўлади; 0,01 м NaOH — сантимольяр эритма, унинг 1 литрида 0,01 моль, яъни 0,01 $\cdot$ 40 г = 0,4 г NaOH бўлади ва ҳ.



5.1- расм. 1 M эритма тайёрлаш: а — ўлчов колбаси; б — эритма.

Масалан, натрий гидроксиднинг децимоляр эритмасини тайёрлаш учун ундан тарозида 4 г тортиб олиш, 1 литрга тенг аниқ ҳажми белгилаб қўйилган литрли ўлчов колбасига солиш (5.1- расм а), модда батамом эригунча дистилланган сув қуйиш ва сўнгра эритма ҳажмини белгига етказиш лозим (менискнинг пастки қисми белгига тегиб туриши керак, 5.1- расм, б).

Моляр концентрациядан фойдаланиш қулай, чунки эритманинг муайян ҳажмдаги моллар сони (модданинг миқдори) маълум бўлади. Масалан, 1 л 1M NaOH эритмасини нейтраллаш учун ушбу реакцияларнинг тенгламаларига мувофиқ:



кислоталар эритмаларидан куйидаги ҳажмда олиш зарур: 1 л 1M HCl ёки 0,5 л 1M H₂SO₄. Равшанки, 0,5 л 2M NaOH эритмасини нейтраллаш учун 0,5 л 2M HCl ёки 0,5 л 1M H₂SO₄ ё бўлмаса 0,25 л 2M H₂SO₄ керак ва ҳоказо.

5.2- §. Моддаларнинг сувда эрувчанлиги

Эрувчанлик — бу модданинг сувда ёки бошқа эритувчида эриш хоссасидир. Сувда қаттиқ, суюқ ва газсимон моддалар эриши мумкин.

Сувда эрувчанлигига кўра барча моддалар учта гуруҳга бўлинади: 1) яхши эрийдиган, 2) кам эрийдиган ва 3) амалда эримайдиган моддалар. Амалда эримайдиган моддалар тўғридан-тўғри эримайдиган моддалар ҳам дейилади. Лекин мутлақо эримайдиган моддалар йўқлигини таъкидлаб ўтиш лозим. Агар сувга шиша таёқча ёки олтин ё кумуш бўлаги ботирилса, улар сувда ниҳоятда оз миқдорда бўлса ҳам ҳар ҳолда эрийди. Маълумки, кумуш ёки олтиннинг сувдаги эритмалари микробларни ўлдиради.

Шиша, кумуш, олтин — булар сувда амалда эримайдиган моддаларга (қаттиқ моддалар) мисоллардир. Шундай моддалар қаторига керосин, ўсимлик мойи (суюқ моддалар), нодир газларни (газсимон моддалар) ҳам киритиш мумкин. Сувда кам эрийдиган моддаларга гипс, кўргошии сульфат (қаттиқ моддалар), диэтил эфир, бензол (суюқ моддалар), метан, азот, кислород (газсимон моддалар) мисол бўла олади. Кўпчилик моддалар сувда анча яхши эрийди. Бундай моддаларга шакар, мис купороси, натрий гидроксид (қаттиқ моддалар), спирт, ацетон (суюқ моддалар), водород хлорид, аммиакни (газсимон моддалар) мисол қилиб кўрсатиш мумкин.

Юқорида келтирилган мисоллардан эрувчанлик аввало моддаларнинг табиатига боғлиқ, деган хулоса келиб чиқади. Бундан ташқари, у температура ва босимга ҳам боғлиқ. Эриш жараёнининг ўзи эриган модда заррачалари билан эритувчининг ўзаро таъсирлашувидан иборат; бу ўз-ўзидан содир бўладиган жараён.

Қаттиқ моддаларнинг суюқликларда эриш жараёнини шундай тасаввур қилиш мумкин: эритувчи таъсирида қаттиқ модда сиртларидан алоҳида ион ёки молекулалар аста-

секин ажрала бошлайди ва эритувчининг барча ҳажми бўйича бир меъёрда тақсимланади. Агар эритувчи модданинг кўп миқдори билан таъсирлашса, у ҳолда маълум вақт ўтгандан кейин эритма тўйинган бўлиб қолади.

Эриган модданинг ортикчаси билан динамик мувозанатда турган эритма тўйинган эритма дейилади.

Тўйинган эритма тайёрлаш учун сувга берилган температурада моддани аралаштириб турган ҳолда чўкма ҳосил бўлгунча, яъни модданинг ортикчаси эримай қолгунча қўшиб бориш керак. Бу ҳолда эритма билан эриган модданинг ортикчаси орасида динамик мувозанат қарор топади: модданинг нечта заррачаси эритмага ўтса, уларнинг шунчаси эритмадан ажралиб чиқади (кристалланади). Тўйинган эритмада берилган температурада эриган модданинг мумкин бўлган энг кўп миқдори бўлади.

Тўйинмаган эритмада тўйинган эритмадагига қараганда камроқ, ўта тўйинган эритмада эса — кўпроқ модда бўлади. Ўта тўйинган эритмалар анча беқарордир. Идишни салгина чайқатиш ёки эритмага туз кристаллдан қўшиш ортикча эриган модданинг чўкмага тушишига сабаб бўлади. Сахароза, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, CH_3COONa , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ва бошқалар ўта тўйинган эритмалар ҳосил қилади.

Кўпинча кам эрийдиган ва амалда эримайдиган моддалар умумий битта ном билан кам эрийдиган моддалар деб аталади. Бу ҳолда фақат эрийдиган ва кам эрийдиган моддалар ҳақида сўз юритилади.

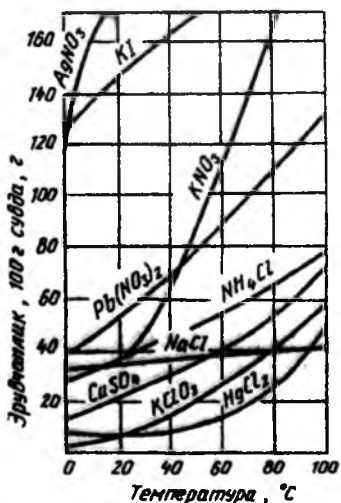
Эрувчанлик миқдорий жиҳатдан тўйинган эритманинг концентрацияси билан ифодаланади. Кўпинча у берилган температурада 100 г эритувчида эритиш мумкин бўлган модданинг энг кўп граммлар сони билан ифодаланади. Бу миқдор баъзан *эрувчанлик коэффициент*и ёки оддийгина қилиб модданинг *эрувчанлиги* деб аталади. Масалан, 18°C да 100 г сувда 51,7 г кўрғошин (II) нитрат $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ тузи эрийди (яъни бу тузнинг 18°C даги эрувчанлиги 51,7 га тенг). Агар ўша температурада шу миқдордан ортикча яна кўрғошин (II) нитрат тузидан қўшилса, у эримайди, балки чўкма ҳолида тушади.

Модданинг эрувчанлиги ҳақида гапирилганда эришдаги температуранинг кўрсатиш керак. Кўпинча қаттиқ моддаларнинг эрувчанлиги температура кўтарилиши билан ортади. Бу эрувчанлик эгри чизиклари (5.2- расм) ёрдамида яққол тас-

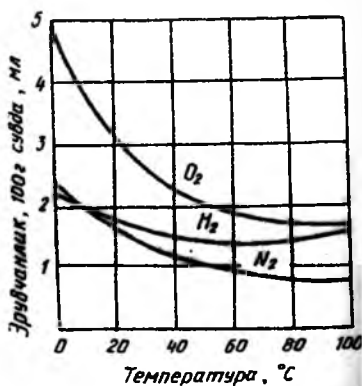
вирланади. Абсциссалар ўқига температура, ординаталар ўқига — эрувчанлик коэффициенти кўйилади. Лекин баъзи моддаларнинг эрувчанлиги температура кўтарилганда жуда кам ортади (масалан, NaCl , AlCl_3) ва ҳатто камаяди [масалан, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Li_2SO_4 , $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$]. Каттиқ модданинг сувда эрувчанлик коэффициентиға босим жуда оз таъсир қилади, чунки эришда системанинг ҳажми сезиларли даражада ўзгармайди.

Эритма совитилганда ундан қанча туз чўкмага тушишини эрувчанлик эгри чизиқлари ёрдамида осон ҳисоблаб топиш мумкин. Масалан, агар 100 г сув олиб, калий нитратнинг 45°C да тўйинган эритмаси тайёрланса, сўнггра у 0° га қадар совитилса, эрувчанлик эгри чизигига (5.2- расм) кўра бунда 60 г туз кристаллари чўкмага тушиши керак. Эрувчанлик эгри чизиқлари ёрдамида моддаларнинг турли температурадаги эрувчанлик коэффициенти осон аниқланади.

Температура пасайганида эритмадан модданинг ажралиб чиқиши кристалланиш дейилади. Агар эритмада аралашмалар бор бўлса, кристалланишда доимо тоза модда олинади, чунки эритма ҳатто температура пасайганида ҳам аралашмаларга



5.2- расм. Каттиқ моддаларнинг эрувчанлик эгри чизиқлари.



5.3- расм. Газларнинг эрувчанлик эгри чизиқлари.

нисбатан тўйинмаган бўлади ва улар чўкмага тушмайди. Моддаларни тозалашнинг қайта кристаллга тушириш дейиладиган усули ана шунга асосланган.

Газлар сувда эриганда иссиқлик чиқади. Шу сабабли Ле Шателье принципа мувофиқ температура кўтарилганда газларнинг эрувчанлиги камаяди, температура пасайганда эса — ортади (5.3- расм). Босим ошганида газларнинг эрувчанлиги кўпаяди. Сувнинг берилган ҳажмида эриган газнинг ҳажми босимга боғлиқ бўлмаганлиги сабабли газнинг эрувчанлиги одатда 100 г эритувчида эрийдиган миллилитрлар сони билан ифодаланади (5.3- расм).

5.3- §. Эришда бўладиган иссиқлик ҳодисалари

Моддаларнинг эришида иссиқлик эффекти содир бўлади: модданинг табиатига қараб иссиқлик чиқади ёки ютилади. Сувда масалан, калий гидроксид, сульфат кислота эриганида эритма қаттиқ қизиб кетади, яъни иссиқлик чиқади, аммоний нитрат эритилганда эса эритма қаттиқ совийди, яъни иссиқлик ютилади. Биринчи ҳолда *экзотермик жараён* ($\Delta H < 0$), иккинчи ҳолда эса — *эндотермик* ($\Delta H > 0$) жараён амалга ошади. Эриш иссиқлиги ΔH — бу 1 моль модда эриганда ажралиб чиқадиган ёки ютиладиган иссиқлик миқдори. Масалан, калий гидроксид учун $\Delta H^\circ = -55,65$ кЖ/моль, аммоний нитрат учун эса $\Delta H^\circ = +26,48$ кЖ/моль.

Эриган модданинг эритувчи билан кимёвий ўзаро таъсири натижасида *сольватлар* дейиладиган (эритувчи сув бўлганда *гидратлар* дейилади) бирикмалар ҳосил бўлади. Бундай бирикмаларнинг ҳосил бўлиши жиҳатдан эритмалар кимёвий бирикмаларга ўхшайди.

Рус кимёгари Д. И. Менделеев э р и т м а л а р н и н г к и м ё в и й н а з а р и я с и н и яратди ва уни жуда кўп тажриба маълумотлари билан асослаб берди; бу маълумотлар унинг 1887 йилда рус тилида босилиб чиққан «Сувдаги эритмаларни солиштира оғирлигига кўра текшириш» номли китобида баён қилинган. Менделеев бу китобида «Эритмалар кимёвий бирикмалар бўлиб, эритувчи ва эриган модда орасида таъсир этадиган кучлар билан аниқланади», — деб ёзган эди. Эндиликда бу кучларнинг табиатини биз биламиз.

Сольватлар (гидратлар) доноракцепторли, иондиполи ўзаро таъсир ҳисобига, водород боғланишлар ҳисобига, шунингдек дисперсимон ўзаро таъсир ҳисобига (ҳоссалари бир-бирига яқин моддаларнинг, масалан бензол билан толуолнинг эритмалари бўлганда) ҳосил бўлади.

Гидратланишга (сув билан бирикишга) айниқса ионлар кўпроқ мойил бўлади. Ионлар сувнинг қутбли молекулаларини бириктириб олади, натижада гидратланган ионлар ҳосил бўлади. (5.4- § га қ.), шу сабабли, масалан, эритмада мис (II) иони ҳаворанг, сувсиз мис сульфатда у рангсиз бўлади. Бундай бирикмаларнинг кўпчилиги беқарор бўлиб, уларни эркин ҳолда ажратиб олиш вақтида осон парчаланиб кетади; лекин кўпчилик ҳолларда пухта бирикмалар ҳосил бўлади, уларни эритмадан кристаллга тушириш йўли билан осон ажратиб олиш мумкин. Бунда таркибида сув молекулалари бор кристаллар чўкмага тушади.

Таркибида сув молекулалари бор кристалл моддалар *кристаллгидратлар*, уларнинг таркибига кирадиган сув эса *кристаллизация суви* деб аталади. Кўпчилик табиий минераллар кристаллгидратлар ҳисобланади. Қатор моддалар (шу жумладан органик моддалар ҳам) соф ҳолда фақат кристаллгидратлар шаклида олинади. Д. И. Менделеев сульфат кислота гидратларининг, шунингдек, бошқа моддалар гидратларининг мавжудлигини исботлади*.

Шундай қилиб, эриш — фақат физикавий эмас, балки кимёвий жараён ҳамдир. Эритмалар эриган модда заррачаларининг эритма заррачалари билан ўзаро таъсирлашувидан ҳосил бўлади. Д. И. Менделеевнинг шогирди Д. П. Коновалов кимёвий бирикмалар билан эритмалар орасида чегара йўқ деб доимо таъкидлар эди.

Суюқ эритмалар ўзгармас таркибли кимёвий бирикмалар билан механик аралашмалар орасидаги ҳолатни эгаллайди. Улар кимёвий бирикмалар каби бир жинсли бўлиб, иссиқлик ҳодисалари билан характерланади, шунингдек улар

* Гидратлар билан кристаллгидратларнинг кимёвий формулаларида сувнинг формуласи алоҳида (нуқта билан ажратиб) ёзилади, масалан, $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ва ҳоказо.

да кўпинча контракция ҳам кузатилади — суюқликлар аралаштирилганда ҳажми қисқаради. Иккинчи томондан, эритмалар кимёвий бирикмалардан фарқ қилиб, таркибнинг доимийлик қонунига бўйсунмайди. Уларни аралашмалар каби таркибий қисмларга осон ажратиш мумкин. Эриш жараёни физик-кимёвий жараён, эритмалар эса — физик-кимёвий системалардир.

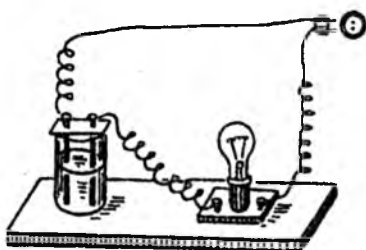
Эритмаларни ўрганишга М. В. Ломоносов кўп эътибор берди. У моддалар эрувчанлигининг температурага боғлиқлигини аниқлашга доир тадқиқотлар ўтказди, эришда иссиқлик чиқиши ва ютилишини ўрганди ва совитувчи аралашмаларни кашф этди. М. В. Ломоносов эритмалар эритувчига қараганда анча паст температурада котишини (кристалланишини) биринчи бўлиб аниқлабди. У эришга молекуляр-кинетик изоҳ берди, бу изоҳ ҳозиргига қадар бўлиб, бунда М. В. Ломоносов эриган модданинг заррачалари эритувчининг заррачалари орасида бир меъёрда тақсимлангани, деб фараз қилди.

Д. И. Менделеев 40 йилга яқин илмий ишини эритмаларни ўрганишга бағишлади. У яратган эритмаларнинг кимёвий назарияси нихоятда унумли бўлди. Шу назария асосида янги илмий фанлар — физик-кимёвий анализ, комплекс бирикмалар кимёси, сувфиз эритмалар электрокимёси каби фанлар вужудга келди. Ҳозирги вақтда бу назария умум томонидан эътироф этилган.

Таниқли рус олимлари Д. П. Коновалов, И. А. Каблуков, Н. С. Курнаков эритмалар кимёвий назариясининг ривожланишига катта ҳисса қўшдилар.

5.4- §. Электродитлар ва ноэлектродитлар

Баъзи моддалар эриган ёки суюқланган ҳолатда электр токини ўтказиши, бошқалари эса ўша шароитларда ток ўтказмаслиги яхши маълум. Буни оддий асбоб (5.4- расм) ёрдамида кузатиш мумкин. Бу асбоб симлар воситасида электр тармоққа уланган кўмир стерженлардан (электродлардан) таркиб топган. Занжирга



5.4- расм. Эритмаларнинг электр ўтказувчанлигини аниқлаш асбоби.

электр лампочка уланган, у занжирда ток бор ёки йўқлиги ни кўрсатади. Агар электродлар шакар эритмасига ботирилса, лампочка ёнмайди. Лекин электродлар натрий хлорид эритмасига ботирилганда лампочка равшан ёнади.

Эритмалар ёки суюқланмаларда ионларга ажраладиган ва сабабли электр токини ўтказадиган моддалар электролит дейилади.

Эритмалар ёки суюқланмаларда ионларга ажралмайди ва электр токини ўтказмайдиган моддалар неэлектролит дейилади.

Электролитларга кислоталар, асослар ва деярли баъзи тузлар, неэлектролитларга — органик бирикмаларнинг кўпчилиги, шунингдек, молекулаларида фақат ковалент қутбсиз ва кам қутбли боғланишлар бўладиган моддалар киради.

Электролитлар — иккинчи тур ўтказгичлардир. Улар эритмада ёки суюқланмада ионларга ажралади, шу туфайли ҳам ток ўтади. Равшанки, эритмада ионлар қанча кўп бўлса, электр токини шунча яхши ўтказди. Тоза сув электр токини жуда кам ўтказди.

Электролитларнинг сувда эриганида ионларга ажралган электролитик диссоциланиш дейилади.

Масалан, натрий хлорид NaCl сувда эриганида батам-батам натрий ионлари Na^+ билан хлорид ионлар Cl^- га ажралди. Сув водород ионлари H^+ билан гидроксид ионлар OH^- ни жуз оқ миқдорлардагина ҳосил қилади.

5.5- §. Электролитик диссоциланиш назарияси

Электролитлар сувдаги эритмаларининг ўзига хос хусусиятларини тушунтириш учун швед олими С. Аррениус 1887 йилда электролитик диссоциланиш назариясини таклиф этди. Кейинчалик бу назарияни атомларнинг тузилиши ва кимёвий боғланиш ҳақидаги таълимот асосида кўпгина олимлар ривожлантирдилар. Бу назариянинг ҳозирги мазмунини қуйидаги учта қоиладан иборат, дейиш мумкин:

1. Электролитлар сувда эриганида мусбат ва манфий ионларга ажралади (диссоциланади).

Ионларнинг электрон ҳолати атомларникига қараганда анча барқарор бўлади. Ионлар битта атомдан таркиб топган бўлиши мумкин — булар оддий ионлар (Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} ва

х.) ёки бир неча атомдан таркиб топган бўлиши мумкин — булар мураккаб ионлар (NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} ва х.). Кўпчилик ионлар рангли бўлади. Масалан, MnO_4^- ион пушти рангли,

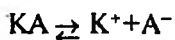
CrO_4^{2-} ион — сариқ, Na^+ ва Cl^- ионлари рангсиз бўлади. «Ион» сўзининг ўзи грекчадан таржима қилинганда «кезиб юрадиган» деган маънони билдиради. Эритмада ионлар турли йўналишларда тартибсиз ҳаракат қилади.

2. Электр токи таъсирида ионлар бир йўналишда ҳаракатланади: мусбат зарядланган ионлар катодга, манфий зарядланганлари — анодга томон ҳаракатланади. Шу сабабли мусбат зарядланган ионлар катионлар, манфий зарядланганлари — анионлар дейилади.

Ионларнинг бир йўналишда ҳаракат қилишига сабаб уларнинг қарама-қарши зарядли электродлар томонидан тортилишидир.

3. Диссоциланиш — қайтар жараён: молекулаларнинг ионларга ажралиши (диссоциланиш) билан бир вақтда ионларнинг бириктиш жараёни (ассоциланиш) ҳам содир бўлади.

Шу сабабли электролитик диссоциланиш тенгламаларида тенглик ишораси ўрнига қайтарлик ишораси қўйилади. Масалан, КА электролит молекулаларининг катион K^+ билан анион A^- га диссоциланиш тенгламаси умумий ҳолда куйидагича ёзилади:

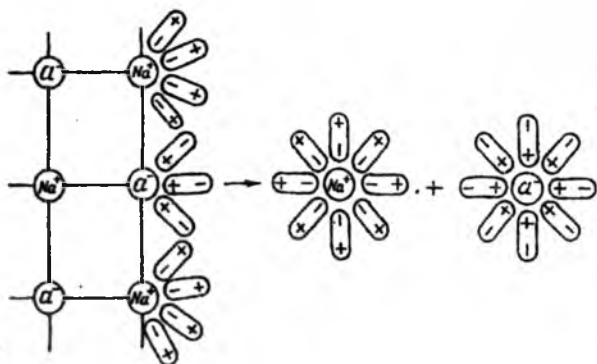


Электролитик диссоциланиш назарияси анорганик кимёдаги асосий назариялардан бири бўлиб, атом-молекуляр таълимот ҳамда атомнинг тузилиши назариясига тўла мувофиқ келади.

5.6- §. Диссоциланиш механизми

Электролитик диссоциланиш механизми ҳақидаги масала жуда муҳимдир. Ҳақиқатан ҳам, электролитлар нима учун ионларга диссоциланади? Атомларнинг кимёвий боғланиш ҳақидаги таълимот бу саволга жавоб беришга ёрдам беради.

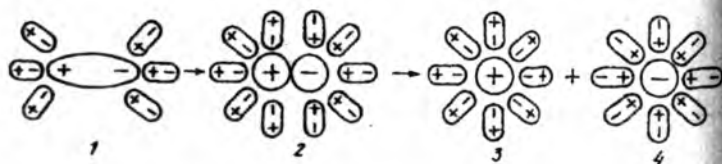
Ионли боғланишли моддалар энг осон диссоциланади.



5.5- расм. Натрий хлориднинг сувдаги эритмада электролитик диссоциланиш схемаси.

Маълумки, бундай моддалар ионлардан таркиб топган бўлади (3.3- § га қ.). Улар эриганида сувнинг диполлари мусба ва манфий ионлар атрофига тўпланади. Ионлар билан сувнинг диполлари орасида ўзаро тортишув кучлари вужудга келади. Натижада ионлар орасидаги боғланиш сусаяди, ионлар кристаллдан эритмага ўта бошлайди. Бунда 5.5- расмда кўрсатилганидек, *гидратланган ионлар*, яъни сув молекулалари билан кимёвий боғланган ионлар ҳосил бўлади.

Молекулалари қутбли ковалент боғланишдан ҳосил бўлган (қутбли молекулалар) электролитлар ҳам шунга ўхшаш диссоциланади. Модданинг ҳар қайси қутбли молекуласи атрофида ҳам сув диполлари тўпланади, бунда улар ўзининг манфий қутби билан молекуланинг мусбат қутбига, мусбат қут-



5.6- расм. Қутбли молекуланинг сувдаги эритмада электролитик диссоциланиш схемаси:

1 — гидратланиш бошланишида қутбли молекула; 2 — сув диполлари таъсирида қутбли тузилишнинг ионли тузилишга ўтиши; 3 — гидратланган катион; 4 — гидратланган анион.

би билан эса молекуланинг манфий қутбига тортилади. Бундай ўзаро таъсир натижасида боғловчи электрон булут (электронлар жуфти) электрманфийлиги катта бўлган атомга томон тўлиқ силжийди, қутбли молекула ионли молекулага айланади ва сўнгра *гидратланган ионлар* осон ҳосил бўлади (5.6- расм). Қутбли молекулалар тўлиқ ёки қисман диссоциланиши мумкин. Шундай қилиб, ионли ёки қутбли боғланишли бирикмалар — тузлар, кислоталар ва асослар электролитлар ҳисобланади. Улар қутбли эритувчиларда ионларга диссоциланиши мумкин.

5.7- §. Ионларнинг гидратланиши

Таниқли рус кимёгари А. Каблуков электролитик диссоциланишни Д. И. Менделеевнинг эритмаларнинг кимёвий назарияси ёрдамисиз тушунтириб бўлмаслигини кўрсатди. Маълумки, Д. И. Менделеев эриган модда эритувчи билан ўзаро таъсирлашганида кимёвий бирикмалар ҳосил бўлишини тажриба йўли билан асослаб берган эди. Ҳақиқатан ҳам, эришда эриган модданинг сув билан кимёвий ўзаро таъсири содир бўлади, бунинг натижасида гидратлар ҳосил бўлиб, сўнгра улар ионларга диссоциланади (5.6- расмга қ.). Бу ионлар сув молекулалари билан боғланган, яъни гидратланган бўлади. И. А. Каблуков сувдаги эритмада ф а қ а т гидратланган ионлар бўлади, деб тахмин қилган эди. Ҳозирги вақтда бу тасаввур умум томонидан эътироф этилган.

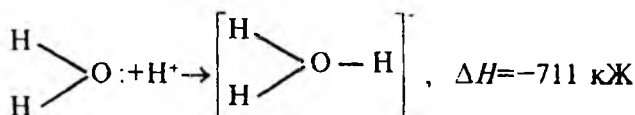
Шундай қилиб, ионларнинг гидратланиши («умумий ҳолда сольватланиш»)* — диссоциланишнинг асосий сабабидир. Гидратланиш ионларнинг қайта бирикишини (ассоциланишини) ҳам қисман қийинлаштиради.

Гидратланган ионлар таркибидаги сув молекулаларининг сони ўзгармас ва ўзгарувчан бўлиши мумкин. Бир молекула сувни тутиб турадиган водород H^+ ўзгармас таркибли гидрат ҳосил қилади — бу гидратланган протон $\text{H}^+(\text{H}_2\text{O})$. Илмий адабиётда у H_3O^+ (ёки OH_3^+ формула билан тасвирланади ва *гидроксоний иони* дейилади.

Шуни ёдда тутиш керакки, эритмаларда H^+ ион бўлмайди, балки H_3O^+ ион бўлади, уни баъзан соддалаштириб шартли равишда H^+ симболи билан белгиланади. Эритмалардаги

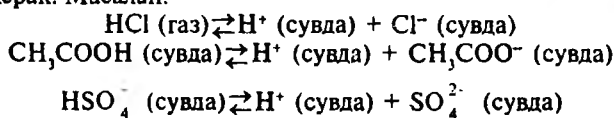
водород иони ҳақида гапирганда доимо гидроксоний ион назарда тутилади.

H_3O^+ ионда ковалент боғланишнинг вужудга келиш механизми донор-акцепторли механизмдир:



Сув молекуласи — донор, протон — акцептор.

Лекин кимёгарларнинг фикри турлича бўлиб чиқди. Баъзилар эритмада фақат гидроксоний ионлари H_3O^+ бўлади, деб фарз қилса, бошқалар H_3O^+ иони билан биргаликда H_5O_4^+ иони (бу ионни $\text{H}^+ \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ёки $\text{H}_3\text{O}^+ \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ҳолида тасаввур қилиш мумкин) ва H_7O_3^+ ($\text{H}^+ \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ёки $\text{H}_3\text{O}^+ \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ҳам бўлади, деб ҳисоблайдилар. Иккала тахмин ҳам тажриба йўли билан тасдиқланмаган. Кўпчилик бошқа ионлар ҳам ўзгарувчи таркибли гидратлар ҳосил қилади. Шу сабабли водород ионини H^+ (сувли) ҳолида тасвирлаган маъқул, бу водороднинг гидратланган ионини билдиради. Бошқа гидратланган ионларни ёзишда ҳам шунга ўхшаш йўл тутиш керак. Масалан:



Лекин, одатда, соддалаштириш учун қавс ичидаги сўзлар тушириб қолдирилади.

5.8- §. Кислота, асос ва тузларнинг сувдаги эритмаларда диссоцилланиши

Электролитик диссоцилланиш назарияси ёрдамида кислота, асос ва тузларга таъриф берилади ҳамда хоссалари баён қилинади.

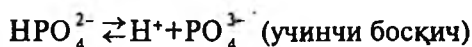
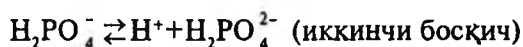
* Сольватланиш — ионларнинг сувдан бошқа эритувчи молекуллари билан кимёвий боғланиши.

Диссоциланганда катионлар сифатида фақат водород катионлари ҳосил бўладиган электролитлар кислоталар дейилади.



Кислотанинг асослигини диссоциланганда ҳосил бўладиган водород катионларининг сони билан аниқланади. Масалан, HCl , HNO_3 — бир асосли кислоталар — битта водород катиони ҳосил бўлади; H_2S , H_2CO_3 , H_2SO_4 — икки асосли, H_3PO_4 , H_3AsO_4 — уч асосли кислоталар, чунки диссоциланганда тегишлича иккита ва учта водород катиони ҳосил бўлади. Сирка кислота CH_3COOH молекуласидаги тўртта водород атомидан фақат биттаси, карбоксил группа — COOH таркибига кирадиганигина катион H^+ ҳолида ажрала олади — сирка кислота бир асослидир.

Икки ва кўп асосли кислоталар босқич билан (аста-секин) диссоциланади. Масалан:



Кўп асосли кислота асосан биринчи босқич бўйича, камроқ иккинчи босқич бўйича ва жуда оз даражада учинчи босқич бўйича диссоциланади. Шунинг учун, масалани фосфат кислотанинг сувдаги эритмасида H_3PO_4 молекулалари билан бирга (аста-секин камайиб борадиган миқдорларда)

H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} ва PO_4^{3-} ионлари ҳам бўлади.

Диссоциланганида анионлар сифатида фақат гидроксид-ионлар ҳосил бўладиган электролитлар асослар дейилади.

Масалан:



Сувда эрийдиган асослар ишқорлар дейилади. Улар кўп эмас. Булар ишқорий ва ишқорий-ер металлларнинг асосларидир: LiOH , NaOH , KOH , RbOH , CsOH , FrOH ва Ca(OH)_2 , Sn(OH)_2 , Ba(OH)_2 , Ra(OH)_2 , шунингдек NH_4OH . Асосларнинг кўпчилиги сувда кам эрийди.

Асосларнинг кислоталилиги уларнинг гидроксил группалари (гидроксогруппалари) сони билан аниқланади. Масалан,

NH_4OH — бир кислотали асос, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ — икки кислотали $\text{Fe}(\text{OH})_3$ — уч кислотали ва ҳ. к. Икки ва кўп кислотали асослар босқич билан диссоциланади:

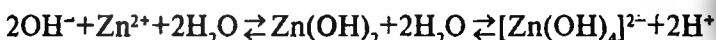


Лекин диссоциланганда бир вақтнинг ўзида водород катионларини ва гидроксид-ионларни ҳосил қиладиган электролитлар ҳам бор. Бундай электролитлар *амфотер электролит* ёки қисқача *амфолитлар* дейилади. Уларга сув, рух, алюминий, хром гидроксидлари ва кўпгина бошқа моддалар киради. Масалан, сув H^+ ва OH^- ионларга диссоциланади (оз миқдорда):



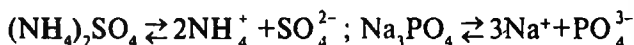
Демак, сувда водород катионлари H^+ борлиги туфайли кислота хоссалари ва OH^- ионлари борлиги туфайли асос хоссалари бир хил даражада ифодаланган.

Амфотер рух гидроксид $\text{Zn}(\text{OH})_2$ нинг диссоциланишини ушбу тенглама билан ифодалаш мумкин:



Диссоциланганида металлларнинг катионлари (шунингдек аммоний катион NH_4^+) ва кислота қолдиқларининг анионлари ҳосил бўладиган электролитлар тузлар дейилади.

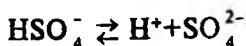
Масалан:



Ўрта тузлар ана шундай диссоциланади. Нордон ва асосли тузлар босқич билан диссоциланади. Нордон тузларда дастлаб металлларнинг ионлари, сўнгра эса водород катионлари ажралади. Масалан:



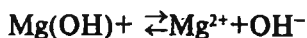
ва сўнгра



Асосли тузларда дастлаб кислота қолдиқлари, сўнгра эса гидроксид ионлар ажралади. Масалан:



ва сўнгра



5.9- §. Диссоциланиш даражаси

Электродитик диссоциланиш қайтар жараён бўлгани сабабли электродитларнинг эритмаларида ионлар билан бирга молекулалар ҳам бўлади. Шу сабабли электродитларнинг эритмалари *диссоциланиш даражаси* (грекча альфа α ҳарфи билан белгиланади) билан тавсифланади.

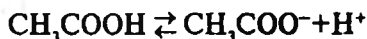
Диссоциланиш даражаси — бу ионларга ажралган молекулалар сонининг умумий эриган молекулалар сони N га нисбатидир:

$$\alpha = \frac{n}{N} \quad (5.3)$$

Электродитнинг диссоциланиш даражаси тажриба йўли билан аниқланади ва бирнинг улушларида ёки процентларда ифодаланади. Агар $\alpha=0$ бўлса, у ҳолда диссоциланиш содир бўлмаган, агар $\alpha=1$ ёки 100% бўлса, у ҳолда электродит ионларга тўлиқ ажралган бўлади*. Агар $\alpha=20\%$ бўлса, бу берилган электродитнинг 100 молекуласидан 20 таси ионларга ажралганлигини кўрсатади.

Турли хил электродитларнинг диссоциланиш даражаси турлича бўлади. Тажриба диссоциланиш даражаси электродитнинг концентрациясига ва температурага боғлиқлигини кўрсатади. Электродитнинг концентрацияси камайганида, яъни у сув билан суюлтирилганида диссоциланиш даражаси доимо кўпаяди. Одатда температуранинг кўтарилиши ҳам диссоциланиш даражасини оширади. Электродитлар диссоциланиш даражасига қараб кучли ва кучсиз электродитларга бўлинади (қуйироққа қ.).

Кучсиз электродит — сирка кислота электродитик диссоциланганда диссоциланмаган молекулалар билан ионлар орасида қарор топадиган мувозанатнинг силжишини кўриб чиқамиз:



*Кучли электродитлар ана шундай диссоциланади (5.10- § га қ.).

Сирка кислота эритмаси сув қўшиб суялтирилганда мувозанат ионлар ҳосил бўлиш томонига силжийди — кислотанинг диссоцилланиш даражаси ортади. Аксинча, эритма бутлатилганда мувозанат кислота молекулалари ҳосил бўлиш томонига силжийди — диссоцилланиш даражаси камаяди.

5.10- §. Кучли ва кучсиз электролитлар

Кучли ва кучсиз электролитлар бўлади.

Кучли электролитлар сувда эриганда ионларга тўлиқ диссоцилланиди. Уларга қуйидагилар киради:

- 1) деярли барча тузлар;
- 2) кўпчилик минерал кислоталар, масалан, H_2SO_4 , HNO_3 , HCl , HBr , HJ , $HMnO_4$, $HClO_3$, $HClO_4$.
- 3) ишқорий ва ишқорий-ер металлларнинг асослари.

Кучли электролитнинг, масалан $NaCl$ нинг диссоцилланиши одатда ушбу тенглама билан ифодаланади:



Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, натрий хлорид кристаллида $NaCl$ молекулалари бўлмайди. Эритилганда кристалл структура бузилади, гидратланган ионлар эритмага ўтади. Эритмада молекулалар ҳам бўлмайди. Шу сабабли кучли электролитлар эришмаларида диссоцилланимаган молекулалар ҳақида фақат шартли равишда сўз юритиш мумкин. Уларни ион жуфтлари (Na^+Cl^-), яъни бири-бирига яқин турган қарама-қарши зарядланган (ионларнинг радиуслари йиғиндисига тенг масофага қадар яқинлашган) ионлар сифатида тасаввур қилиш тўғрироқ бўлади. Булар гўё диссоцилланимаган молекулалар ёки бошқача айтганда квазимолекулалардир. Бу ҳолда (a) реакциянинг тенгламасини қуйидагича ёзиш керак:



Лекин уни содда қилиб (a) тенглама кўринишида ёзилади, бунда символида ионлар жуфти (квазимолекула) тушунилади. Эритмада квазимолекулаларнинг концентрацияси доимо жуда кам, ионларнинг концентрацияси эса катта бўлади.

Кучсиз электролитлар сувда эриганида ионларга қисман диссоцилланиди.

Уларга қуйидагилар киради:

- 1) деярли барча органик кислоталар;
- 2) баъзи минерал кислоталар, масалан, H_2CO_3 , H_2S , HNO_3 , $HClO$, H_2SiO_3 ;

3) кўпчилик металлларнинг асослари (ишқорий ва ишқорий-ер, металлларнинг асосларидан ташқари), шунингдек NH_4OH , уни аммиакнинг гидрати сифатида тасвирлаш мумкин $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (10.3- § га қ.).

Сув кучсиз электролитларга киради.

Кучсиз электролитлар эритмада ионларнинг катта концентрациясини ҳосил қила олмайди.

5.11-§. Ион алмашилиш реакциялари

Электролитик диссоциланиш назариясига мувофиқ электролитларнинг эритмаларида содир бўладиган барча реакциялар ионлар орасидаги реакциялар ҳисобланади. Улар *ионли реакциялар*, бу реакцияларнинг тенгламалари эса — *ионли тенгламалар* дейилади. Улар реакцияларнинг молекуляр шаклда ёзилган тенгламаларига қараганда содда ва анча умумий хarakterга эга бўлади.

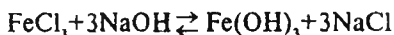
Реакцияларнинг ионли тенгламаларини тузишда шунга эътибор қилиш керакки, кам диссоциланидиган, кам эрийдиган (чўкмага тушадиган) ва газсимон моддалар молекуляр шаклда ёзилади. Модданинг формуласи ёнида қўйиладиган $\downarrow$ ишора шу модда реакция доирасидан чўкма ҳолида чиқиб кетишини, $\uparrow$ ишора эса модда реакция доирасидан газ ҳолида чиқиб кетишини билдиради. Тўлиқ диссоциланидиган кучли электролитлар ион ҳолида ёзилади. Тенгламанинг чап қисмидаги электр зарядлар йиғиндиси унинг ўнг қисмидаги электр зарядлар йиғиндисига тенг бўлиши керак.

Бу қоидаларни пухта ўзлаштириб олиш учун иккита мисол кўриб чиқамиз.

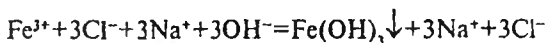
1-мисол. Темир (III)-хлорид билан натрий гидроксид эритмалари орасидаги реакция тенгламасини молекуляр ва ионли шаклда ёзинг.

Масаланинг ечимини тўрт босқичга бўламиз.

1. Реакциянинг тенгламасини молекуляр шаклда ёзинг:

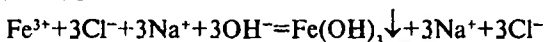


2. Яхши диссоциланидиган моддаларни ионлар ҳолида, реакция доирасидан чиқиб кетадиганларини — молекуларлар ҳолида тасвирлаб, бу тенгламани қайтадан ёзамиз:

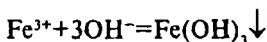


Бу реакциянинг ионли тенгламасидир.

3. Ионли тенгламанинг иккала қисмидан бир хил ионлар яъни реакцияда иштирок этмайдиган ионларни (уларнинг тағйирланмаган) чиқариб ташлаймиз:



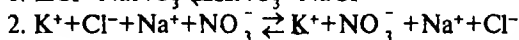
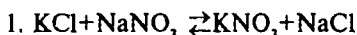
4. Реакциянинг тенгламасини яқуний кўринишда ёзамиз:



Бу реакциянинг қисқартирилган ионли тенгламасидир. Бу тенгламадан кўриниб туриптики, реакциянинг моҳияти Fe^{3+} ва OH^- ионларнинг ўзаро таъсиридан иборат, бунинг натижасида $\text{Fe}(\text{OH})_3$ чўкмаси ҳосил бўлади. Бунда шу ионлар ўзаро таъсирлашган қадар қайси электролитларнинг таркибига кирганлигининг умумий аҳамияти йўқ.

2-мисол. Калий хлорид билан натрий нитрат эритмалар орасидаги реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг. Ўзаро таъсирлашувчи маҳсулотлари сувда яхши эриганлиги ҳамда реакция доирасидан чиқиб кетмаганлиги учун бу реакция қайтардир.

Реакцияларни 1-мисолдаги каби босқичлар билан ёзамиз:

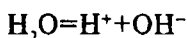


Кейинги босқичлар учун тенглама ёзиб бўлмайди, чунки электролитик диссоциланиш назариясига кўра реакция содир бўлмайди. Лекин агар бу эритма буғлатилса, у ҳолда ионлар орасида янги боғланишлар вужудга келади ва тўртта тузнинг: KCl , NaNO_3 , NaCl ва KNO_3 аралашмаси ҳосил бўлади.

Эритмаларда электролитлар орасида содир бўладиган ионли тенгламалар билан тасвирлаш мумкин. Бундай реакциялар ионларнинг зарядлари ўзгармаса (оксидланиш даражаси ўзгармаса), у ҳолда бу реакциялар *ион алмашилиш* реакциялари дейилади.

5.12-§. Сувнинг диссоциланиши. pH

Кучсиз электролит бўлган сув оз даражада H^+ ва OH^- ионларига диссоциланади, бу ионлар диссоциланмаган молекула билан мувозанатда бўлади:



Ионларнинг концентрацияси одатда 1 литрдаги ионларнинг моллари билан ифодаланади. Сувнинг диссоциланиш

енгилмасидан кўриниб туриптики, унда $[H^+]$ ва $[OH^-]$ катталар бир хил. Бир литр сувда хона ҳароратида ($22^\circ C$) факат 10^{-7} моль сув диссоциланиши ва бунда 10^{-7} моль/л OH^+ ионлари ва 10^{-7} моль/л OH^- ионлари ҳосил бўлиши тажриқда аниқланган.

Сувдаги водород ионлари билан гидроксид ионлари концентрацияларининг кўпайтмаси *сувнинг ион кўпайтмаси* дейилади (K_c билан белгиланади). Муайян температура K_c — ўзгармас катталик бўлиб, $22^\circ C$ да сон жиҳатидан 10^{-14} га тенг:

$$K_c = [H^+] [OH^-] = 10^{-7} \cdot 10^{-7} = 10^{-14} \quad (5.4)$$

$[H^+] [OH^-]$ кўпайтманинг ўзгармаслиги ҳар қандай сув эритмада водород ионларининг концентрацияси ҳам, гидроксид — ионларнинг концентрацияси ҳам нолга тенг бўлиши мумкин эмаслигини кўрсатади. Бошқача айтганда, кислота, асос ки тузнинг сувдаги ҳар қандай эритмаси таркибида H^+ ионлар ҳам, OH^+ ионлар ҳам бўлади, тоза сув учун $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ моль/л. Агар унга кислота қўшилса, у ҳолда $[H^+] 10^{-7}$ моль/л дан катта, $[OH^-]$ эса 10^{-7} моль/л дан кичик бўлади ва аксинча, агар сувга ишқор қўшилса, у ҳолда $[H^+] 10^{-7}$ дан кичик, $[OH^-]$ эса 10^{-7} моль/л дан катта бўлади.

$[H^+] [OH^-]$ кўпайтманинг ўзгармаслигидан сув ионларидан бирининг концентрацияси ортганида бошқа ионнинг концентрацияси тегишлича камаяди, деган хулоса келиб чиқади. Бу ҳол агар OH^- ионларнинг концентрацияси маълум бўлса, H^+ ионларнинг концентрациясини ҳисоблаб топишга ва аксинча, H^+ — ионларнинг концентрацияси маълум бўлганда OH^- ионларнинг концентрациясини ҳисоблаб топишга имкон беради. Масалан, агар сувдаги эритмада $[H^+] = 10^{-3}$ моль/л бўлса, у ҳолда $[OH^-]$ қуйидагича аниқланади:

$$[OH^-] = K_c / [H^+] = 10^{-14} / 10^{-3} = 10^{-11} \text{ моль/л.}$$

Шундай қилиб, эритманинг кислоталилиги ва ишқорийлигини ёки H^+ ионларининг, ёки OH^- ионларининг концентрацияси орқали ифодалаш мумкин. Амалда биринчи усулдан фойдаланилади. У ҳолда нейтрал эритма учун $[H^+] = 10^{-7}$, кислотали эритма учун $[H^+] > 10^{-7}$ ва ишқорий эритма учун $[H^+] < 10^{-7}$.

Манфий даража кўрсаткичли сонларни ишлатиш билан боғлиқ ноқулайликларни йўқотиш учун водород ионлари концентрациясини водород кўрсаткич орқали ифодалаб, рН символи («пэ-аш» деб ўқилади) билан белгилаш қабул қилинган.

Водород ионлари концентрациясининг тескари ишора билан олинган ўнли логарифми водород кўрсаткич рН дейилади:

$$pH = -\lg[H^+] \quad (5.5)$$

ёки

$$[H^+] = 10^{-pH} \quad (5.6)$$

бунда $[H^+]$ — водород ионларининг концентрацияси, моль/л.

«Водород кўрсаткич» тушунчасини 1909 йилда даниялик кимёгар Сёренсен киритган эди: *p* ҳарфи — данияча математик даража — *potens* сўзининг бош ҳарфи, *N* ҳарфи — водороднинг символи.

Эритмаларнинг муҳити рН ёрдамида қуйидагича белгиланади: нейтрал — $pH=7$, кислотали — $pH<7$, ишқорий — $pH>7$. Водород ионларининг концентрацияси, рН қиймати ва эритманинг муҳити орасидаги боғлиқликни ушбу схема ёрдамида яққол ифодалаш мумкин:



Схемадан кўриниб туриптики, рН қанча кичик бўлса, H^+ ионларнинг концентрацияси шунча катта, яъни муҳитнинг кислоталилиги юқори бўлади; аксинча, рН қанча катта бўлса, H^+ ионларнинг концентрацияси шунча кичик, яъни муҳитнинг ишқорийлиги юқори бўлади.

Энг кўп маълум бўлган баъзи эритмаларнинг рН қийматини келтирамиз ва уларга мувофиқ келадиган муҳит реакциясини кўрсатамиз: ошқозон шираси — $pH=1,7$ (кучли кислотали муҳит), торфли сув — $pH=4$ (кучсиз кислотали), ёмғир суви — $pH=6$ (кучсиз кислотали), водопровод суви — $pH=7,5$ (кучсиз ишқорий), қон — $pH=7,4$ (кучсиз ишқорий), сўлак — $pH=6,9$ (кучсиз кислотали), кўз ёшлари — $pH=7$ (нейтрал).

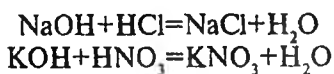
Табиатдаги ва техникадаги турли-туман жараёнларда рН нинг аҳамияти ниҳоятда каттадир. Кимё озик-овқат ва тўқимачилик саноатларида ҳамда саноатнинг бошқа тармоқларидаги кўпчилик ишлаб чиқариш жараёнлари муҳитнинг муайян реакциясида, яъни маълум муҳитдагина содир бўлади. Қишлоқ хўжалиги экинларининг яхши ривожланиши ва юқори ҳосил олиш учун ҳам тупроқ эритмаси муайян бўлиши зарур. Тупроқ эритмасининг рН қийматига қараб тупроқлар кучли кислотали (рН 3 — 4), кислотали (рН 4 — 5), кучсиз кислотали (рН 5), ишқорий (рН 8 — 9) ва, ниҳоят, кучли ишқорий (рН 9 — 11) тупроқларга бўлинади.

Кўпинча ўсимликлар кучли кислоталиликдан зарарланади, уни камайтириш учун тупроқлар оҳакланади — уларга оҳактошлар — кальций ёки магний карбонатлар солинади. Агар тупроқлар кучли ишқорий (шўрхок ва шўртоб тупроқлар) бўлса, у ҳолда ишқорийликни камайтириш учун тупроқ гипсланади — унга майдаланган гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ қўшилади.

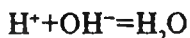
Тупроқни оҳаклаш ёки гипслаш зарурлиги эритманинг (тузли сўримнинг) водород кўрсаткичини ҳисобга олиб аниқланади; рН нинг қийматига қараб жадваллар бўйича солинадиган моддаларнинг миқдори аниқланади.

5.13- §. Кислота ва асосларнинг протолитик назарияси

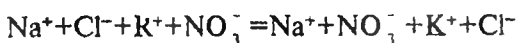
Электролитик диссоциланиш назарияси электролитларнинг сувдаги эритмаларида борадиган жуда кўп ҳодиса ва жараёнларни тушунтириб берди. Масалан, турли хил нейтралланиш реакцияларида



иссиқлик эффекти қийматининг бир хил бўлиши (57,3 кЖ/моль) H^+ ва OH^- ионлардан кам диссоциланадиган сув молекулаларининг ҳосил бўлиши билан изоҳланади:



NaCl ва KNO_3 эритмалари аралаштирилганда



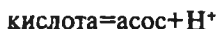
иссиқдик эффекти кузатилмайди. Бунга сабаб шуки, Na^+ , Cl^- , K^+ , NO_3^- ионлар орасида кимёвий реакция содир бўлмайди, бу ҳол ионли тенгламадан ҳам кўриниб турипти.

Электродитик диссоциланиш эритмалар назариясининг янада ривожланишига ва эритмаларда содир бўладиган жараёнларни ўрганишга асос бўлди. Унинг кимёдаги катта аҳамияти ана шундадир. Лекин бу назария сувсиз эритмаларда борадиган жараёнларни тушунтириб бера олмайди. Масалан, агар аммоний хлорид сувдаги эритмада туз каби бўлса (NH_4^+ ва Cl^- ионларига диссоциланади), у суюқ аммиакда кислота хоссаларини намоён қилади — металлларни эритиб, водород ажратиб чиқаради. Суюқ водород фторидда ёки сувсиз сульфат кислотада эритилган нитрат кислота асос сифатида таъсир этади. Бу далиллар электродитик диссоциланиш назариясига мос келмайди. Уларни *кислота ва асосларнинг протоитик назарияси* тушунтириб беради, бу назарияни 1923 йилда бир-биридан беҳабар ҳолда даниялик олим Бренстед билан инглиз олими Лоури таклиф этганлар.

Бу назарияга мувофиқ

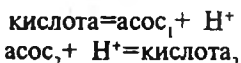
Берилган реакцияда молекула ёки ионлари протонлар ажратиб чиқарадиган моддалар кислоталар дейилади. Молекула ёки ионлари протонларни бириктириб оладиган моддалар асослар дейилади. Бундай моддаларнинг иккаласи ҳам умумий ном билан протолитлар деб аталади.

Протон ажралиб чиқиш реакцияси ушбу тенглама билан ифодаланади:

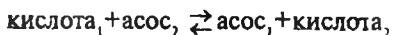


Бундай жараёнда кислота билан асос *бир-бирига боғлиқ* дейилади. Бу кислота — асос жуфтидир. Масалан, H_3O^+ ион — кислота, асос H_2O га боғлиқ, хлорид — ион Cl^- эса — асос бўлиб, кислота HCl га боғлиқ.

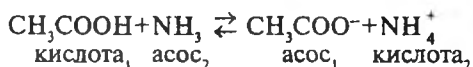
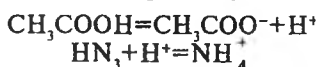
Эритмаларда эркин протонлар мустақил равишда мавжуд бўлмайди. Улар кислотадан бирор асосга ўтади. Шу сабабли эритмада доимо иккита жараён содир бўлади:



ва улар орасидаги мувозанат ушбу тенглама билан ифодаланади:

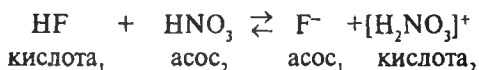


Масалан, сирка кислотанинг аммиак таъсирида нейтралланиш реакциясини қуйидагича тасвирлаш мумкин:



Бу ерда сирка кислота — кислота (H^+ протонларни беради), аммиак асос бўлади (протонларни бириктириб олади), CH_3COO^- ионлар асос сифатида бўлади (бу қайтар жараёнда улар протонларни бириктириб олиши ва яна сирка кислотага айланиши мумкин), аммоний ионлари NH_4^+ эса кислота вазифасини бажаради (протонлар бериши мумкин).

Суюқ водород фторидда эритилган нитрат кислотанинг асос хоссаларини намоён қилишини ҳам худди шунга ўхшаш тасвирлаш мумкин:



Шундай қилиб, кислота ва асосдан доимо бир-бирига боғланган янги кислота ва асос олинади. Протолитик назария нейтралланиш реакциясини протоннинг кислотада асосга ўтиши сифатида қарайди.

Кўриниб туриптики, протолитик назария электролитик диссоцилланиш назариясидагига нисбатан кислота ва асослар доирасини кенгайтирди: ионлар ҳам кислота ва асос бўлиши мумкин. Битта модданинг ўзи нима билан реакцияга киришаётганига қараб кислота ёки асос бўла олади. Бу назария кислота ва асослар ҳақидаги тушунча нисбий эканлигини кўрсатиб берди ва уларнинг ўзаро таъсир маҳсулотларини янги кислота ва асослар сифатида қараш лозимлигини кўрсатди. Протолитик назария кислота ва асосларнинг замонавий ва анча умумий назариясидир.

5.14- §. Намунавий масалалар ечиш.

Моддаларнинг сувда эрувчанлиги

1- масала. Тузнинг эрувчанлик коэффициенти 17 га тенг. 220 г тўйинган эритмада шу туздан неча грамм бўлади?

Ечиш. 100 г сувда 17 г туз бор. Таркибида 17 г туз бор эритманинг массаси $(100+17) \text{ г} = 117 \text{ г}$ бўлади:

$$\begin{array}{rcl} 117 \text{ г да} & - & 17 \text{ г туз бор} \\ 220 \text{ " } & - & x \text{ " } \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $117:17=220:x$ ва қуйидагини топамиз:

$$x = \frac{220 \cdot 17}{117} \text{ г} = 31,97 \text{ г.}$$

2- масала. 25°C да тўйинган 160 г эритмада 21 г туз бор. Шу тузнинг эрувчанлик коэффициентини аниқланг.

Ечиш. 160 г эритма таркибидаги сувнинг массаси (160 – 21) г = 139 г бўлади:

$$\begin{array}{rcl} 139 \text{ г сувга} & - & 21 \text{ г туз тўғри келади.} \\ 100 \text{ " } & - & x \text{ " } \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $139:21=100:x$, бундан

$$x = \frac{100 \cdot 21}{139} \text{ г} = 15,1 \text{ г.}$$

3- масала. Аммоний хлориднинг 50°C даги эрувчанлик коэффициенти 50 г га, 15°C да эса — 35 г га тенг. 50°C да тўйинтирилган NH_4Cl нинг 330 г эритмаси 15°C га қадаг совитилса, неча грамм туз чўкмага тушади?

Ечиш. Таркибида 50 г NH_4Cl бор, 50°C да тўйинтирилган эритманинг массасини аниқлаймиз: $100 + 50 = 150$ г. Таркибида 15°C да 35 г NH_4Cl , бўладиган эритманинг массаси $100 + 35 = 135$ г га тенг.

Демак, 50°C тўйинтирилган 150 г эритма совитилганде $150 - 135 = 15$ г чўкма тушади:

$$\begin{array}{rcl} 150 \text{ г дан} & - & 15 \text{ г чўкма} \\ 330 \text{ ,, ,,} & - & x \text{ ,, ,,} \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $150 : 15 = 330 : x$ ва қуйидагини топамиз

$$x = \frac{330 \cdot 15}{150} \text{ г} = 33 \text{ г}$$

Эритган модданинг масса улуши

1-масала. 30 г калий хлорид 400 г сувда эритилди. Эритмадаги KCl нинг масса улушини аниқланг.

Ечиш. Калий хлорид эритмасининг умумий массасини ҳисоблаб топамиз:

$$m=(400+30) \text{ г}=430 \text{ г}$$

Эриган модданинг массаси $m_m=30$ г. Бунда (5.1) тенгламага мувофиқ қуйидагини оламиз: $\omega_m=30/430=0,093$ ёки 9,3%. Шундай қилиб, 100 г эритмада 9,3 г KCl бўлади, яъни KCl нинг масса улуши 0,093 га, яъни 9,3% га тенг.

2- масала. Зичлиги 1,1 г/мл бўлган 200 мл 16% ли эритма тайёрлаш учун қанча калий хлорид олиш керак?

Ечиш. Тайёрланиши дозим бўлган эритманинг массасини аниқлаймиз: $200 \cdot 1,1=220$ г. Эриган модданинг масса улуши $\omega_m=0,16(16\%)$. Бу маълумотларни (5.1) тенгламага қўйсақ, қуйидагини оламиз:

$$0,16=\frac{m_m}{220}, \text{ бунда } m_m=0,16 \cdot 220 \text{ г}=35,2 \text{ г KCl}$$

3- масала. Мис (II) сульфатнинг 300 г 10% ли эритмасини тайёрлаш учун қанча мис купороси $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ва сув олиш керак?

Ечиш. 300 г 100% ли эритма тайёрлаш учун қанча CuSO_4 керак бўлишини аниқлаймиз:

$$\begin{array}{rcl} 100 \text{ г} & - & 10 \text{ г} \\ 300 \text{ " } & - & x \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $100:10=300:x$, бундан

$$x=\frac{300 \cdot 10}{100} \text{ г}=30 \text{ г}$$

Мис купоросининг моляр массаси (яхлитлангани 250 г/моль) билан мис (II)- сульфатнинг моляр массасини (160 г/моль) билган ҳолда $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ нинг қанча массасида 300 г CuSO_4 бўлишини аниқлаймиз:

$$\begin{array}{rcl} 160 \text{ г CuSO}_4 & - & 250 \text{ г CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \\ 30 \text{ г CuSO}_4 & - & y \text{ г CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $160:250=30:y$ ва қуйидагини топамиз:

$$y=\frac{30 \cdot 250}{160}=46,9 \text{ г.}$$

Шундай қилиб, эритма тайёрлаш учун 46,9 г мис купороси ва $(300-46,9) \text{ г}=253,1 \text{ г}$ сув керак бўлар экан.

4- масала. NaOH нинг 20 мл 40% ли эритмасига (зич-

лиги 1,44 г/мл) 150 мл сув қўшилди. Олинган эритмадаги NaOH нинг масса улушини аниқланг. Сувнинг зичлигини 1 г/мл деб қабул қиламиз.

Ечиш. 200 мл бошланғич эритманинг массасини аниқлаймиз:

$$200 \cdot 1,44 = 288 \text{ г}$$

288 г 40% ли эритма таркибидаги NaOH нинг массасини топамиз:

$$\begin{array}{l} 100 \text{ г да} — 40 \text{ г NaOH бор} \\ 288 \text{ “ “ — } x \text{ “NaOH “} \end{array}$$

Пропорция гузамиз: $100:40=288:x$, бундан

$$x = \frac{288 \cdot 40}{100} \text{ г} = 115,2 \text{ г}$$

Сувнинг зичлиги 1 г/мл га тенг бўлганлиги учун қўшилган сувнинг массаси 150 г га, эритманинг сув қўшилгандан кейинги массаси эса $(288+150) \text{ г} = 438 \text{ г}$ га тенг. Ҳосил бўлган эритмадаги NaOH нинг масса улушини аниқлаймиз:

$$\begin{array}{l} 438 \text{ г да} — 115,2 \text{ г NaOH бор} \\ 100 \text{ “ “ — } y \text{ “NaOH “} \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $438:115,2=100:y$, бундан

$$y = \frac{100 \cdot 115,2}{438} \text{ г} = 26,3 \text{ г}$$

Демак, ҳосил бўлган эритмада NaOH нинг масса улуши 26,3% га тенг.

Моляр концентрация

1- масала. 200 мл 0,3 М эритма тайёрлаш учун неча грамм калий карбонат керак бўлади?

Ечиш. Масала шартда $c(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,3 \text{ моль/л}$, $V = 0,2 \text{ л}$. Бу қийматларни (5.2) тенгламага қўйсак, $0,3 = n(\text{K}_2\text{CO}_3)/0,2$ ни оламиз, бундан $n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,3 \cdot 0,2 \text{ моль} = 0,06 \text{ моль}$.

Калий карбонатнинг моляр массаси 138 г/молга тенг, шу сабабли унинг 0,06 моли $0,06 \cdot 138 \text{ г} = 8,28 \text{ г}$ га тенг, яъни эритма тайёрлаш учун 8,28 г калий карбонат керак бўлади.

2- масала. 300 мл эритмада 40 г натрий сульфат бор. Концентрациясини аниқланг.

Ечиш. Натрий сульфатнинг моляр массаси 142 г/молга тенг. 40 г натрий сульфат моддасининг миқдори қуйидагича бўлади:

$$\frac{40}{142} \text{ моль} = 0,28 \text{ моль}$$

$$\begin{array}{l} 300 \text{ мл да} — 0,28 \text{ моль } \text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ бор} \\ 1000 \text{ “ “} — x \text{ “Na}_2\text{SO}_4 \text{ “} \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $300:0,28 = 1000:x$, бундан

$$x = \frac{1000 \cdot 0,28}{300} \text{ моль} = 0,93 \text{ моль}$$

яъни эритманинг концентрацияси 0,93 М.

3- масала. KMnO_4 нинг 120 мл 0,02 М эритмасини тайёрлаш учун унинг 0,1 М эритмасидан неча мл олиш керак? Бунда бошланғич эритмани неча марта суюлтириш лозим?

Ечиш. KMnO_4 нинг 120 мл 0,02 М эритмасини тайёрлаш учун

$$\frac{120 \cdot 0,02}{1000} \text{ моль} = 0,0024 \text{ моль } \text{KMnO}_4$$

олиш керак. Таркибида шунча миқдорда калий перманганат бор 0,1 М эритманинг ҳажмини аниқлаймиз:

$$\begin{array}{l} 1000 \text{ мл да} — 0,1 \text{ моль } \text{KMnO}_4 \\ x \text{ “ “} — 0,0024 \text{ “KMnO}_4 \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $1000:0,1 = x:0,0024$, бундан

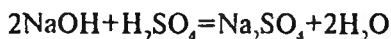
$$x = \frac{0,0024 \cdot 1000}{0,1} \text{ мл} = 24 \text{ мл } 0,1 \text{ М } \text{KMnO}_4$$

Бошланғич эритма $120/24 = 5$ марта суюлтирилади.

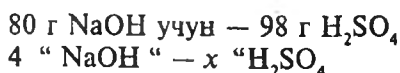
Эритмаларда борадиган реакцияларнинг тенгламалари бўйича ҳисоблашлар

1- масала. 4 г натрий гидроксидни нейтраллаш учун сульфат кислотанинг 0,1 М эритмасидан неча мл керак бўлади?

Ечиш. Реакциянинг тенгламасини тузамиз:



Реакцияга киришаётган моддаларнинг моляр массалари: натрий гидроксидники — 40 г/моль, сульфат кислотаники — 98 г/моль. Реакция тенгламасидан кўриниб туриптики, 2 моль NaOH 1 моль H_2SO_4 билан ўзаро таъсирлашади, яъни $2 \cdot 40 = 80$ г NaOH билан реакцияга киритиш учун $1 \cdot 98 = 98$ г H_2SO_4 керак бўлади. Шунга асосланиб қуйидагича ёзамиз

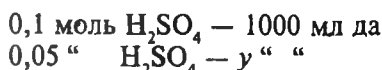


Пропорция тузамиз: $80:98=4:x$, бундан

$$x = \frac{4 \cdot 98}{80} \text{ г} = 4,9 \text{ г} \cdot 100\% \text{ ли } H_2SO_4$$

4,9 г H_2SO_4 $4,9/98=0,05$ молни ташкил этади.

0,1 М эритманинг керакли ҳажмини аниқлаймиз:

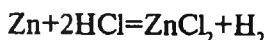


Пропорция тузамиз: $0,1:1000=0,05:y$, бундан

$$y = \frac{0,05 \cdot 1000}{0,1} \text{ мл} = 500 \text{ мл}$$

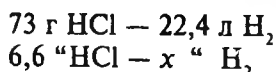
2- масала. Мўл миқдор рухга хлорид кислотанинг 30 мл 20% ли эритмаси (эритманинг зичлиги 1,1 г/мл) таъсир эттирилганда нормал шароитда неча литр водород ажралиб чиқади?

Ечиш. Реакциянинг тенгламасини ёзамиз:



30 мл 20% ли HCl нинг массаси $30 \cdot 1,1 = 33$ г бўлади. 33 г 20% ли эритмада $33 \cdot 20/100 \text{ г} = 6,6$ г HCl (100% ли) бўлади.

HCl нинг моляр массаси 36,5 г/молга тенг, водороднинг нормал шароитдаги моляр ҳажми 22,4 л/моль. Реакция тенгламасидан кўриниб туриптики, 2 моль HCl рух билан ўзаро таъсир эттирилганда 1 моль H_2 ажралиб чиқади. Шундай қилиб, $2 \cdot 36,5 = 73$ г HCl рух билан ўзаро таъсир эттирилганда $1 \cdot 22,4$ л H_2 ажралиб чиқади.



Пропорция тузамиз: $73:22,4=6,6:x$, бундан

$$x = \frac{6,6 \cdot 22,4}{73} \text{ л} = 20 \text{ л } H_2$$

3-масала. NaOH нинг зичлиги 1,27 г/мл бўлган 40 мл 25% ли эритмаси билан FeCl₃ нинг 60 мл 0,5 М эритмаси аралаштирилганда тушадиган чўкманинг массаси қанча бўлади?

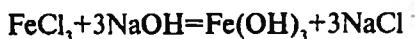
Ечиш. 40 мл 25% ли NaOH эритмасининг массаси $1,27 \cdot 40 \text{ г} = 50,8 \text{ г}$ бўлади. 50,8 г 25% ли эритмада қуйидаги миқдорда

$$\frac{50,8 \cdot 25}{100} \text{ г} = 12,7 \text{ г NaOH}$$

бўлади. NaOH нинг моляр массаси 40 г/молга тенглиги сабабли, 12,7 г миқдори $12,7/40 \text{ моль} = 0,32 \text{ моль NaOH}$ бўлади.

60 мл 0,5 М FeCl₃ эритмасида $60 \cdot 0,5/1000 \text{ моль} = 0,03 \text{ моль FeCl}_3$ бор.

Реакция тенгламасини ёзамиз:

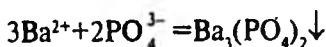


Тенгламадан кўриниб туриптики, 1 моль FeCl₃ моль NaOH билан реакцияга киришади, бинобарин, 0,03 моль FeCl₃ билан 0,09 моль NaOH реакцияга киришади. Демак, натрий гидроксид ортиқча миқдорда олинган ва чўкманинг массасини темир (III) хлорид моддасининг миқдорига қараб ҳисоблаш керак.

1 моль FeCl₃ дан 1 моль Fe(OH)₃, 0,03 моль FeCl₃ дан эса 0,03 моль Fe(OH)₃ олиниши мумкин. Темир (III) гидроксиднинг моляр массаси 107 г/молни ташкил этади. Демак, реакция натижасида $0,03 \cdot 107 \text{ г} = 3,21 \text{ г Fe(OH)}_3$ чўкмаси ҳосил бўлади.

Электролитлар эритмаларидаги алмашиниш реакциялари

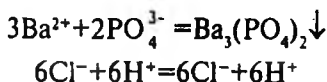
1- масала. Реакция ушбу тенгламага мувофиқ боради:



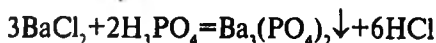
Шу реакцияга мувофиқ келадиган иккита тенгламани молекуляр шаклда ёзинг.

Ечиш. Бошланғич тенгламанинг чап қисмидаги ионларга

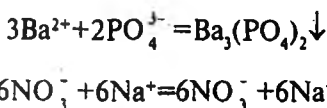
қўшимча равишда зарядининг қиймати бир-бирига қарама-қарши ва коэффициентлари моддаларнинг формуласини тузишга имкон берадиган ионларни ёзамиз. Бунда бошланғич моддалар сувда анча яхши эришини эътиборга оламиз. Сўнгра қўшимча ёзилган ионларни ўша коэффициентлари билан тенгламанинг ўнг қисмига ҳам ёзамиз:



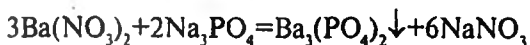
Иккала тенгликдаги ионларни молекуда ҳолида бирлаштириб, реакциянинг молекуляр шаклдаги тенгламасини ҳосил қиламиз:



Худди шу йўл билан бошқа мос ионларни ҳам танлаймиз

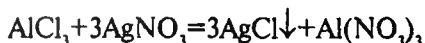


Молекуляр шаклдаги иккинчи тенгламани ҳосил қиламиз:

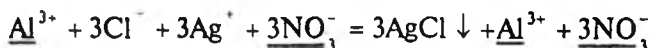


2- масала. Алюминий хлорид билан кумуш нитрат орасидаги реакцияларнинг тенгламаларини молекуляр ва ионли шаклда ёзинг. Моҳияти ана шу биринчи ионли тенглама билан ифодаланадиган бошқа реакцияга мисол келтиринг.

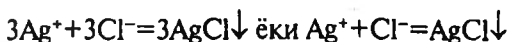
Ечиш. Реакциянинг молекуляр шаклдаги тенгламасини тузамиз:



Яхши диссоциланадиган моддаларни ион ҳолида тасвирлаб, реакциянинг ионли тенгламасини ҳосил қиламиз:

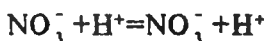
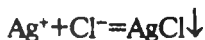


Тенгликнинг иккала қисмидан бир хил ионларни, яъни реакцияда иштирок этмайдиган ионларни (уларнинг тагига чизилган) чиқариб ташлаймиз. Реакциянинг қисқартирилган ионли тенгламасини ёзамиз:

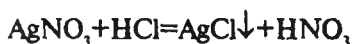


Электродитик диссоциланиш назариясига мувофиқ қисқартирилган ионли тенглама билан тасвирланадиган реакциянинг моҳияти кумуш ионларининг хлорид-ионлар билан ўзаро таъсиридан иборат. Бошқа ионлар реакцияда иштирок этмайди.

Худди ўша қисқартирилган ионли шаклдаги тенглама билан ифодаланадиган бошқа реакцияга мисол:



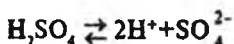
Тенгламанинг молекуляр шакли:



Водород кўрсаткичи

1- масала. Сульфат кислота тўлиқ диссоциланади, деб ҳисоблаб, унинг 0,012 М эритмасининг рН ини аниқланг.

Ечиш. Сульфат кислотанинг ионларга тўлиқ диссоциланиш тенгламасини ёзамиз:



Кўриниб туриптики, 1 моль кислотадан 2 моль H^+ ҳосил бўлади. Шунга мос равишда 0,012 моль кислотадан 0,024 моль H^+ ҳосил бўлади. Эритмада водород ионларининг концентрацияси 0,024 моль/л га тенг бўлади. Бундан

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 0,024 = 1,62$$

2- масала. Натрий гидроксид 0,005 М эритмасининг рН ини аниқланг.

Ечиш. Эритмада кучли электролит — натрий гидроксид ионларга тўлиқ диссоциланади:



1 моль NaOH дан 1 моль OH^- , 0,005 моль NaOH дан эса 0,005 моль OH^- ҳосил бўлади. Демак, OH^- ионларнинг концентрацияси 0,005 моль/л га тенг.

Сувнинг ион кўпайтмаси қийматини $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$ билган ҳолда водород ионларининг концентрациясини топамиз:

$$[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{0,005} \text{ моль/л} = 2 \cdot 10^{-12} \text{ моль/л}$$

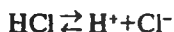
Бундан

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg(2 \cdot 10^{-12}) = 11,7.$$

3- масала. Хлорид кислота эритмасининг водород кўрсаткичи 2,1 га тенг. Эритмадаги хлорид кислотанинг концентрациясини аниқланг.

Ечиш. Эритмадаги водород ионларининг концентрациясини x билан белгилаймиз. У ҳолда $-\lg x = 2,1$ ёки $\lg x = -2,1$. Логарифмнинг характеристикаси манфий, мантиссаси эса — мусбат бўладиган қилиб ўзгартирамиз (1 ни оламиз ва 1 қўшамиз): $pH = -2,1 = (-2-1) + (-0,1+1) = -3+0,9$, $-3 = \lg 10^{-3}$, $0,9 = \lg 8$. Бундан $\lg x = \lg 8 + \lg 10^{-3} = \lg(8 \cdot 10^{-3})$ ва $x = 8 \cdot 10^{-3}$, яъни $[H^+] = 8 \cdot 10^{-3} = 0,008$ моль/л.

Эритмада кучли хлорид кислота ионларга тўлиқ диссоциилади:



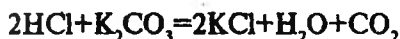
1 моль HCl дан 1 моль H^+ ионлар, 0,008 моль HCl дан эса 0,008 моль H^+ ионлар ҳосил бўлади. Демак, эритмадаги хлорид кислотанинг концентрацияси 0,008 моль/л га тенг.

5- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УЛАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

5.1. Ҳажми 750 мл бўлган хлорид кислота эритмаси мўл миқдорда олинган поташ билан реакцияси натижасида 2,8 л (н.ш.) газ модда ҳосил бўлса, хлорид кислота эритмасининг моляр концентрациясини ҳисобланг.

А) 0,33 В) 0,48 С) 0,68 D) 0,26 E) 0,16

Ечиш. Содир бўладиган кимёвий жараён тенгламасига



биноан кислотанинг мўл миқдори ҳосил бўлган карбонат ангидрид миқдоридан икки марта катта бўлади. 2,8 литр газнинг модда миқдори 0,125 моль ($2,8 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,125$ моль) бўлган; унда реакцияда қатнашган кислота миқдори 0,25 моль бўлади.

Унинг моляр концентрацияси

$$C_M(HCl) = \frac{n(HCl), \text{ моль}}{V(\text{эритма}) \text{ л}} = \frac{0,25 \text{ моль}}{0,75 \text{ л}} = 0,33 \text{ моль/л}$$

Жавоб: А бўлади.

5.2. Таркибида 21 г калий гидроксид тутган 300 мл ($\rho=1,01$ г/моль) эритманинг моляр концентрациясини ва ишқорнинг масса улушини (%) ҳисобланг.

- А) 0,6; 3 В) 0,9; 5,6 С) 1,1; 6,0 D) 1,35; 6,5
Е) 1,25; 6,9

Ечиш. Эритмадаги ишқорнинг масса улушини топиш учун ишқор массасини эритма массасига бўлиш керак:

$$\omega(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH}), \text{ г}}{m(\text{эритма}), \text{ г}} = \frac{21}{300 \cdot 1,01} = 0,069 \xrightarrow{\times 100\%} 6,9\%$$

Эритманинг моляр концентрациясини

$$C_{\text{м}}(\text{KOH}) = \frac{n(\text{KOH}), \text{ моль}}{V(\text{эритма}), \text{ л}} = \frac{21:56}{0,300} = 1,25 \text{ моль / л}$$

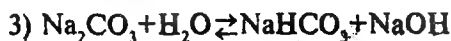
Жавоб: Е бўлади.

5.3. Бир эритманинг ўзида қайси моддаларнинг сувли эритмасида HO^- ва HCO_3^- анионлари бўлади?

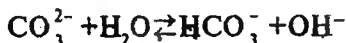
- 1) кальций гидрокарбонат; 2) кальций карбонат;
3) натрий карбонат; 4) малахит; 5) поташ; 6) доломит.

- А) 1, 2, 3; В) 2, 3, 5; С) 4, 6; D) 3, 5; Е) 1, 5, 6.

Ечиш. Бир эритмада иккита анион бўлиши учун кучли ишқорнинг карбонати (натрий ва калий карбонатлари) гидролиз реакциясида қатнашгандагина бўлиши мумкин:



қисқартирилган ион тенгламаси:



5) K_2CO_3 гидролизиди ҳам худди шундай имконият бор.

Жавоби: Д бўлади.

5.4. Температура 50°C бўлганда 400 г сувда 2 моль калий сульфат эриydi. Шу температурадаги тузнинг эрувчанлик коэффициентини ҳисобланг.

- А) 84 В) 87 С) 89 D) 72 Е) 75.

Ечиш. Эрувчанлик коэффициенти 100 г сувда берилган температурада тўйинган эритма ҳосил қилиш учун сарф бўлган тузнинг массасига (г) тенг.

Агар 400 г сувда 2 моль K_2SO_4 ($M_r=174$) эриса, унинг

массаси 348 г бўлади. Эрувчанлик коэффициенти эса $348,4 = 87$ бўлади. У қуйидагича ифодаланади: $S_{50^\circ\text{C}}(\text{K}_2\text{SO}_4) = 87/100$ г.
Жавоб: В бўлади.

5.5. Концентрацияси 2 моль/л бўлган фторид кислотанинг 1 л миқдорида эритмадаги электролит молекулалардан $1,2 \cdot 10^{23}$ таси ионларга диссоциланган бўлса, диссоциацияниш даражасини ҳисобланг.

А) 0,066 В) 0,099 С) 0,08 D) 0,075 E) 0,07.

Ечиш. Электролитларнинг диссоциланиш даражаси (5.9-

$$\text{га қаранг}) \alpha = \frac{\text{диссоциланган молекулалар}}{\text{эритилган молекулалар сони}} = \frac{1,2 \cdot 10^{23}}{2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} = 0,099$$

га тенг бўлади.

Жавоб: В бўлади.

6- Б О Б. АНОРГАНИК БИРИКМАЛАРНИНГ ЭНГ МУҲИМ СИНФЛАРИ

6.1-§. Оксидлар

Моддаларни классификациялаш уларни ўрганишни осонлаштиради. Бирикмалар синфларининг ўзига хос хусусиятларини билган ҳолда улар алоҳида вакиллариининг хоссаларини таърифлаб бериш мумкин. Анорганик бирикмаларнинг энг муҳим синфлари оксидлар, кислоталар, асослар ва тузлардир.

Бирн кислород бўлган икки элементдан таркиб топган моддалар оксидлар дейилади.

Деярли барча кимёвий элементлар оксидлар ҳосил қилади. Ҳозирги вақтга қадар учта элементнинг — нодир газлардан неон, гелий ва аргоннинг оксидлари ҳали олинмаган.

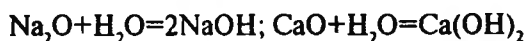
Оксидларнинг номланиши. Халқаро номенклатурага мувофиқ оксидларнинг номи нисбий электрманфийлиги камроқ элемент номи билан нисбий электрманфийлиги катта элемент лотинча номининг ўзагига ид қўшимчасини қўшиб ҳосил қилинади (2.2- жадвалга қ.). Агар элемент бир неча оксид ҳосил қиладиган бўлса, у ҳолда уларнинг номида элементнинг оксидланиш даражаси номидан кейин қавс ичида рим рақами билан кўрсатилади. Масалан, H_2O — водород

оксиди (сув), FeO — темир (II)- оксид, Fe_2O_3 — темир (III)- оксид, P_2O_3 — фосфор (III)- оксид, P_2O_5 — фосфор (V)- оксид, P_4O_6 — тетрафосфор гексаоксид, P_4O_{10} — тетрафосфор декаоксид, Cu_2O — мис (I)- оксид.

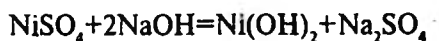
Элементлар кислородли бирикмаларининг алоҳида группасини пероксидлар ташкил этади. Улар одатда кучсиз кислота хоссаларини намоён қиладиган водород пероксид H_2O_2 нинг тузлари сифатида қаралади. Пероксидларда водород атомлари фақат бошқа элементлар атомлари билангина эмас, балки ўзаро кимёвий боғланиш орқали боғланган бўлади (*пероксид группа* — $\text{O} - \text{O}$ ни ҳосил қилади). Масалан, натрий пероксид (пероксо — $\text{O} - \text{O}$ — группанинг номи). Пероксидларда элементларнинг оксидланиш даражасини тўғри аниқлай билиш лозим. Масалан, барий пероксид BaO_2 да барийнинг оксидланиш даражаси +2 га, кислородники — 1 га тенг.

Кимёвий хоссаларига кўра оксидлар учта гуруҳга: асосли, кислотали ва амфотер оксидларга бўлинади.

Асосли оксидлар. Агар оксидларга асослар мувофиқ келса, бундай оксидлар асосли оксидлар дейилади. Масалан, Na_2O , CaO , FeO , NiO асосли оксидлар ҳисобланади, чунки уларга асослар NaOH , Ca(OH)_2 , Fe(OH)_2 , Ni(OH)_2 мувофиқ келади. Баъзи асосли оксидлар сув билан ўзаро таъсир эттирилганда асослар ҳосил бўлади. Масалан:

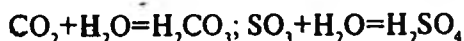


Бошқа асосли оксидлар сув билан бевосита ўзаро таъсирлашмайди, уларга тўғри келадиган асослар эса тузлардан олинади. Масалан:

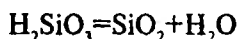


Асосли оксидларни фақат металллар ҳосил қилади.

Кислотали оксидлар. Агар оксидларга кислоталар мувофиқ келса, бундай оксидлар кислотали дейилади. Масалан, CO_2 , P_2O_3 , SO_2 , SO_3 — кислотали оксидлар, чунки уларга кислоталар — H_2CO_3 , H_3PO_4 , H_2SO_3 , H_2SO_4 мувофиқ келади. Кислотали оксидларнинг кўпчилиги сув билан ўзаро таъсир эттирилганда кислоталар ҳосил қилади, масалан:



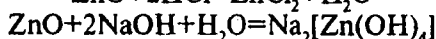
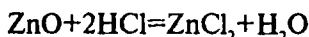
Баъзи кислотали оксидлар сув билан ўзаро таъсирлашмайди. Лекин уларнинг ўзи тегишли кислотадан олиниши мумкин. Масалан:



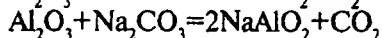
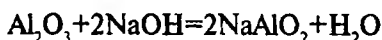
Кислотали оксидларни металлмаслар ва юқори оксидли иш даражасини намоён қиладиган металллар ҳосил қилад (масалан, Mn_2O_7 оксидга перманганат кислота HMnO_4 мувофиқ келади).

Амфотер оксидлар. Шаройтга қараб асос ёки кислота хоссаларини намоён қиладиган, яъни икки хил хоссаларга эга бўлган оксидлар амфотер оксидлар дейилади. Уларга баъзи металлларнинг оксидлари: ZnO , Al_2O_3 , Cr_2O_3 ва б. қиради.

Амфотер оксидлар сув билан бевосита бирикмайди, лекин улар кислоталар билан ҳам, асослар билан ҳам реакцияга киришади. Масалан:



Al_2O_3 ишқорлар ёки ишқорий металлларнинг карбонатлари билан бирга суюқлантирилганда металлалюминатлар (сувсиз алюминатлар) ҳосил бўлади:



Оксидларнинг хоссаларини Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системасидан фойдаланиб кўриб чиқиш қулай. Масалан, III давр элементлари оксидларининг Na_2O , MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , P_2O_5 , SO_3 , Cl_2O_7 хоссалари улар атомларининг тузилишига (2.6- §) мувофиқ равишда асослидан (Na_2O , MgO) амфотер оксидлар (Al_2O_3) орқали кислотали оксидларга (SiO_2 , P_2O_5 , SO_3 , Cl_2O_7) қадар қонуният билан ўзгаради. Бундай ўзгариш I ва VII даврдан бошқа барча даврларнинг элементлари учун тўғри келади.

Асосли, кислотали ва амфотер оксидлар туз ҳосил қилувчи оксидлар ҳисобланади, яъни кислота ёки асослар билан ўзаро таъсир эттирилганда тузлар ҳосил қилад. Оксидларнинг асос хоссаларини ҳам, кислота хоссаларини ҳам намоён қилмайдиган ва туз ҳосил қилмайдиган кичикроқ гуруҳи бор. Бундай оксидлар *бефарқ ёки индифферент* оксидлар де-

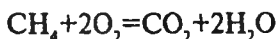
йилади. Уларга масалан, углерод (II)- оксид CO , азот (I)- оксид N_2O , азот (II)- оксид NO ва кремний (II)- оксид SiO киради.

Оксидларнинг олиниши. Оксидлар турли хил усуллар билан олинади. Булардан уч хил усул асосий ҳисобланади.

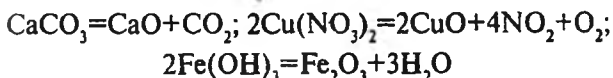
1. Оддий модданинг кислород билан (турли хил шароитда) бевосита бирикиши. Масалан:



2. Мураккаб моддаларни ёндириш. Масалан:



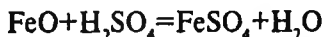
3. Кислородли бирикмаларнинг: карбонатлар, нитратлар, гидроксидларнинг қиздирилганда парчаланиши. Масалан:



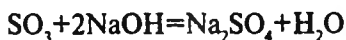
Оксидларнинг физикавий хоссалари турли-тумандир. Улардан баъзилари газсимон моддалар (CO_2 , SO_2 , NO ва б.), бошқалари — суюқликлар (N_2O_3 , N_2O_4 , Cl_2O_7 ва б.), айримлари — қаттиқ моддалардир (барча асосли ва амфотер оксидлар, баъзи кислотали оксидлар — P_2O_5 , SiO_2 ва б.).

Кимёвий хоссалари. Оксидларнинг энг муҳим кимёвий хоссалари уларнинг кислота ва асосларга муносабати билан боғлиқ.

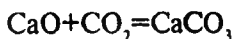
1. Асосли оксидлар кислоталар билан ўзаро таъсирлашиб, туз ва сув ҳосил қилади. Масалан:



2. Кислотали оксидлар асослар билан ўзаро таъсирлашиб, туз ва сув ҳосил қилади. Масалан:

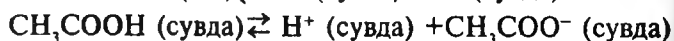
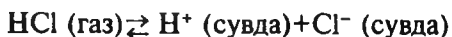


3. Асосли ва кислотали оксидларнинг ўзаро таъсири натижасида тузлар ҳосил бўлади. Масалан:



6.2-§. Кислоталар

Кислоталар синфининг электролитик диссоциланиш на-
зариясига кўра таърифини 5.8- § дан қ. Кислоталарнинг дис-
социланиш тенгламаларига доир ўша ерда келтирилган ми-
солларни ионларнинг гидратланишини ҳисобга олган ҳолда
анча аниқ ёзиш мумкин:



Кўриниб туриптики, кислоталар сувда водород ионлари би-
лан кислота қолдиғи ионларига — анионларга диссоцилана-
ди. Кислоталар водород ионларидан бошқа ҳеч қандай кати-
онлар ҳосил қилмайди. Кислоталарнинг диссоциланиш ме-
ханизми 5.6- расмда келтирилган эди: қутбли молекулалар
атрофида сувнинг диполлари тўпланади ва ўзаро таъсир на-
тижасида қутбли молекулалар ионли молекулаларга, ионли
молекулалар эса — гидратланган ионларга айланади.

Кислота қолдиғининг (анионнинг) заряди кислотанинг
ҳар бир молекуласи диссоциланганда ҳосил қиладиган водо-
род ионларининг сони билан аниқланади. Хлорид ва нитрат
кислоталар фақат бир зарядли кислота қолдиқлари ҳосил
қилади (Cl^- , NO_3^-); сульфат кислотанинг (H_2SO_4) молеку-
ласи икки хил кислота қолдиғи: бир зарядли (HSO_4^-) ва
икки-зарядли қолдиқ (SO_4^{2-}) ҳосил қилиши мумкин; фос-
фат кислотанинг молекуласи учта кислота қолдиғи: бир за-
рядли, икки зарядли ва уч зарядли қолдиқ (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}
ва PO_4^{3-}) ҳосил қилиши мумкин.

Кислородли ва кислородсиз кислоталар бўлади. Номидан
кўриниб туриптики, кислородли кислоталар таркибида кис-
лород бўлади (масалан, H_2SO_4 , HNO_3 , H_3PO_4), кислородсиз
кислоталарда эса кислород бўлмайди (масалан, HCl , HBr
 HI , H_2S).

Кислоталарнинг номланиши. Кислоталарнинг номи улағ
ҳосил қиладиган тузларнинг номидан олинади, масалан:

HClO_4 — перхлорат кислота

H_3PO_4 — фосфат кислота

H_2SiO_3 — силикат кислота

HCl — хлорид кислота

H_3AsO_4 — арсенат кислота

HNO_3 — нитрат кислота

H_2SO_4 — сульфат кислота

H_2CO_3 — карбонат кислота

Агар элемент бир хил оксидланиш даражасида бир неча хил кислоталар ҳосил қиладиган бўлса, у ҳолда молекуласида кислород атомлари кам бўлган кислота номига «мета» олд қўшимча, кислород атомлари сони энг кўп бўлганда эса «орто» олд қўшимча қўшилади:

HBO_2 — метаборат кислота; $\text{H}_2(\text{SiO}_3)_n$ — полиметасиликат кислота

H_2BO_3 — ортоборат кислота; H_4SiO_4 — ортосиликат кислота

Кислородсиз кислоталарнинг номи металлмас номига «ид» қўшимча қўшиш йўли билан ҳосил қилинади:

HF — фторид кислота

HI — йодид кислота

HCl — хлорид кислота

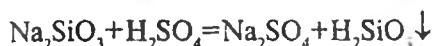
H_2S — сульфид кислота

HBr — бромид кислота

Олиниш. Кислородли кислоталарнинг кўпчилиги металлмаслар (юқори оксидланиш даражасидаги) оксидларини сув билан ўзаро таъсир эттириб олинади. Масалан:



Агар бундай оксидлар сувда эримайдиган бўлса, у ҳолда уларга мувофиқ келадиган кислоталар билвосита йўл билан, чушончи, тегишли тузга бошқа кислота (кўпинча сульфат кислота) таъсир эттириш йўли билан олинади. Масалан:



Кислородсиз кислоталар водородни металлмас билан бириктириш ва сўнгра водородли бирикмани сувда эритиш йўли билан олинади. Бундай кислоталарга HF , HCl , HBr , HI , H_2S киради.

Техникада ва халқ хўжалигида энг катта аҳамиятга эга бўлган кислоталарнинг олиниш усуллари II қисмда кўриб чиқилади.

Хоссалари. Кислоталар суюқликлар (H_2SO_4 , HNO_3 ва б.) ёки қаттиқ моддалар (H_3PO_4 ва б.) бўлади. Кўпчилик кислоталар сувда яхши эрийди. Уларнинг эритмалари нордон таъмли бўлади, ўсимлик ва ҳайвон туқималарини емиради, лакмуснинг кўк рангини қизилга ўзгартиради.

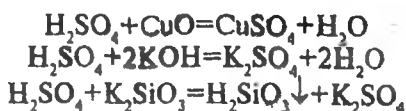
Қуйида кислоталарнинг энг муҳим кимёвий хоссалари бирма-бир айтиб ўтилган:

1. Металлар билан ўзаро таъсири (туз ҳосил бўлади ҳамда водород ажралиб чиқади). Масалан:



Бунда металлнинг атомлари оксидланади, водород ионлари эса қайтарилади. Стандарт электрод потенциаллар қаторида водороддан ўнгга турган металллар уни кислоталардан сиқиб чиқара олмайди. Металлар концентранган нитрат сульфат кислоталар билан ўзаро таъсир эттирилганда ҳам водород ажралиб чиқмайди. Бу ҳолда азот N^{+5} ва олтин угурт S^{+6} қайтарилади (оксидланиш даражаси пасаяди).

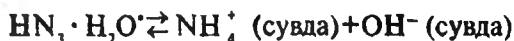
2. Асосли оксидлар, асослар ва тузлар билан ўзаро таъсири



Электролитик диссоциланиш назариясига кўра, кислоталарнинг барча умумий хоссалари (нордон таъми, индикатор рангини ўзгартириши, асослар, асосли оксидлар, тузлар билан ўзаро таъсири) водород ионлари H^+ , аниқроғи гидроксоний ионлари H_3O^+ борлиги туфайлидир.

6.3- §. Асослар

Асослар синфининг таърифини 5.8- § дан қ. Ўша ерда келтирилган асосларнинг диссоциланишига мисолларни ионларнинг гидратланишини ҳисобга олган ҳолда қуйидагича аниқроқ ёзиш керак:



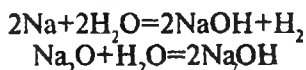
Асослар сувда металл ионлари (аммиак гидрати бўлганда аммоний ионлари) билан гидроксид-ионларга диссоциланади. Асослар гидроксид-ионлардан бошқа ҳеч қандай анион ҳосил қилмайди.

*Бу бирикма кўпинча NH_4OH ҳолида ёзилади ва аммоний гидроксид дейилади.

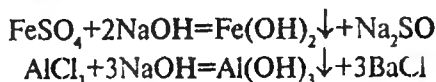
Асосларнинг номланиши. Халқаро номенклатурага мувофиқ асосларнинг номи металл номи билан гидроксид сўзидан ҳосил қилинади. Масалан, NaOH — натрий гидроксид, KOH — калий гидроксид, Ca(OH)_2 — кальций гидроксид. Агар элемент бир неча асос ҳосил қиладиган бўлса, у ҳолда асоснинг номида элементлари билан кўрсатилади. Fe(OH)_2 — темир (II)- гидроксид, Fe(OH)_3 — темир (III)- гидроксид.

Бу номлардан ташқари, баъзи энг муҳим асослар учун одат бўлиб қолган номлар ҳам ишлатилади. Масалан, натрий гидроксид NaOH ўювчи натрий дейилади; калий гидроксид KOH — ўювчи калий; кальций гидроксид Ca(OH)_2 — сўндирилган оҳак; барий гидроксид Ba(OH)_2 ўювчи барий.

Олиниши. Сувда эрийдиган асослар, яъни ишқорлар металлларни ёки уларнинг оксидларини сув билан ўзаро таъсир эттириб олинади:

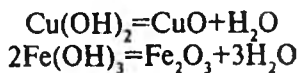


NaOH ва KOH нинг саноатда олиниш усулини 13.3- § дан қ. Сувда кам эрийдиган асослар билвосита йўл билан, чунончи: тегишли тузларнинг сувдаги эритмаларига ишқорлар таъсир эттириш йўли билан олинади:



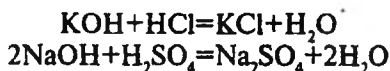
Хоссалари. Ишқорларнинг эритмалари қўлга сурилганда совунга ўхшаб туюлади. Индикаторларнинг рангини ўзгартиради: қизил лакмусни кўк тусга, рангсиз фенолфталеинни — пушти рангга киритади.

NaOH ва KOH ишқорлар қиздиришга жуда чидамлидир. Масалан, NaOH 1400°C да парчаланмасдан қайнайди. Лекин асосларнинг кўпчилиги қиздирилганда парчаланади. Масалан:



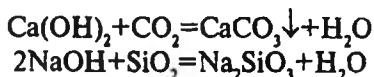
Асосларнинг энг муҳим қимёвий хоссалари уларнинг кислоталар, кислотали оксидлар ва тузларга муносабати билан белгиланади.

1. Асослар кислоталар билан эквивалент миқдорларда ўзаро таъсир эттирилганда туз ва сув ҳосил бўлади:



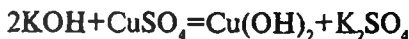
Асосларнинг кислоталар билан ўзаро таъсири *нейтраллаштириш реакцияси* дейилади. Ҳар қандай нейтралланиш реакцияси OH^- ва H^+ ионларнинг ўзаро таъсирлашиб, кам диссоцидланадиган электролит — сув ҳосил қилишидан иборат.

2. Ишқорлар кислотали оксидлар билан реакцияга киришади:



Кейинги реакция фақат қиздирилганда содир бўлади.

Ишқорлар турли хил тузларнинг эритмалари билан ўзаро таъсирлашади. Масалан:

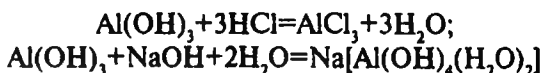


Электролитик диссоциланиш назариясига кўра асосларнинг барча умумий хоссалари (қўлга сурилганда совунга ўхшаб туюлиши, индикаторларнинг рангини ўзгартириши, кислоталар, кислотали оксидлар ва тузлар билан ўзаро таъсирлашуви) гидроксид-ионлар OH^- туфайлидир.

Амфотер гидроксидлар. Диссоциланганда бир вақтнинг ўзида водород катионлари H^+ ни ҳам, гидроксид-ионлар OH^- ни ҳам ҳосил қиладиган гидроксидлар амфотер гидроксидлар дейилади.

Бударга $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Sn}(\text{OH})_2$, $\text{Be}(\text{OH})_2$, $\text{Ge}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Sn}(\text{OH})_4$, $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ва бошқалар мисол бўла олади.

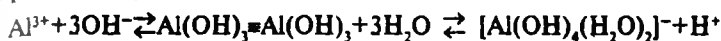
Амфотер гидроксидлар кислоталар эритмалари билан ҳам, ишқорларнинг эритмалари билан ҳам ўзаро таъсирлашади. Масалан:



Ҳозирги вақтда амфотер гидроксидларнинг ишқорий эритмаларда эриши одатда гидроксотузлар (гидроксокомплекслар) ҳосил бўлиш жараёни сифатида қаралади. Кўпчилик металлларнинг гидроксокомплекслари мавжудлиги тажрибада тасдиқланган: $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$, $[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2-}$, $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$ ва б. Алюминий-

нинг гидрохсокомплекслари энг барқарор, улар орасида эса — $[Al(OH)_4(H_2O)_2]$.

Бундай нуқтаи назар юқорида қилинган хулосаларни ўзгартирмайди; амфотер гидроксидда, масалан $Al(OH)_3$, ва шунга ўхшашларда кислотали муҳитда мувозанат алюминий тузлари ҳосил бўлиш томонига, ишқорий муҳитда — гидрохсокомплекслар ҳосил бўлиш томонига силжийди. Равшанки, сувдаги эритмада мувозанат мавжуд бўлади, уни ушбу тенглама билан анча аниқ ифодалаш мумкин:

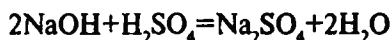


6.4- §. Тузлар

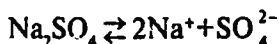
Тузлар синфининг таърифини 5.8- § дан қ. Уларнинг диссоциланиш тенгламасини ионларнинг гидратланишини ҳисобга олган ҳолда қуйидагича ёзиш керак:



Таркибига қараб тузларнинг қуйидагича турлари бўлади: ўрта тузлар, нордон тузлар, асосли тузлар (гидрокситузлар); қўштузлар ва комплекс тузлар. Ҳар қандай тузни кислота билан асоснинг ўзаро таъсирлашиш, яъни нейтралланиш реакцияси маҳсулоти сифатида тасаввур қилиш мумкин. Масалан:



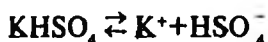
Ўрта туз Na_2SO_4 нинг диссоциланиш тенгламасини қуйидагича ёзиш мумкин:



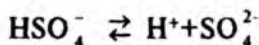
Агар сульфат кислотани тўлиқ нейтраллаш учун талаб қилингандан кам асос олинса, у ҳолда эритма буглатилганда нордон туз кристаллари чўкмага тушади:



Нордон тузнинг диссоциланишини ушбу тенглама билан ифодаласа бўлади:

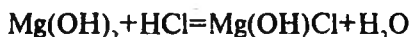


Нордон тузнинг аниони кучсиз электролит сифатида яна диссоциланади:

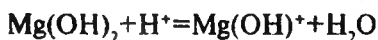


Нордон тузлар кўп асосли кислоталардан ҳосил бўлади. Бир асосли кислоталар нордон тузлар ҳосил қилмайди.

А с о с л и т у з л а р (гидрокситузлар)ни асосдаги гидроксогруппаларнинг ўрнини кислота қолдиқлари тўлиқ олмаслигидан ҳосил бўлган маҳсулот сифатида тасаввур қилиш мумкин. Масалан:



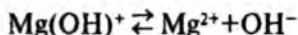
ёки ионли шаклда:



Асосли тузнинг диссоциланишини ушбу тенглама билан ифодалаш мумкин:

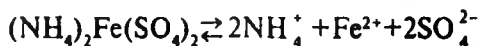
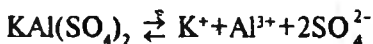


Асосли тузнинг катиони оз даражада яна диссоциланади:



Шундай қилиб, асосли тузлар кўп (икки ва ундан кўп) кислотали асослардан ҳосил бўлади. Бир кислотали асослар асосли тузлар ҳосил қилмайди.

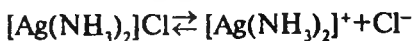
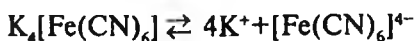
Қ ў ш т у з л а р иккита турли хил металл ионлари билан кислота қолдиғи ионларидан таркиб топган бўлади. Масалан, $\text{KAl(SO}_4)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{Fe(SO}_4)_2$. Бундай тузларнинг диссоциланишини ушбу тенгламалар билан ифодалаш мумкин:



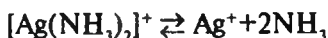
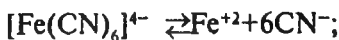
Кўштузлар металлларнинг ионлари билан кислота қолдиғи ионларига диссоциланади.

К о м п л е к с тузлар таркибига мураккаб (комплекс) ионлар киради (формулаларда улар ўрта қавс ичига олиб

ёзилади); туз диссоциланганда комплекс ион шундайлиги-
ча ажралади. Масалан:



Ўз навбатида мураккаб (комплекс) ионлар жуда оз
даражада яна диссоциланади:



Шундай қилиб, комплекс тузлар диссоциланганда дастлаб
комплекс ионлар ажралади, сўнгра шу ионларнинг ўзи
кучсиз электролит сифатида иккинчи марта диссоцила-
нади.

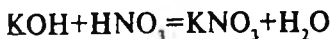
Тузларнинг номланиши. Тузларнинг халқаро номланиши
энг кўп тарқалган. Бунда тузнинг номи катионнинг номи
билан анионнинг номидан ҳосил қилинади. Одатда анион
ва катионларнинг сони кўрсатилмайди. Агар битта метал-
лнинг ўзи турли хил оксидланиш даражаларини намоён
қиладиган бўлса, унинг оксидланиш даражаси металл
номидан кейин қавс ичида рим рақами билан кўрсатилади.
Масалан, KNO_3 — калий нитрат, $FeSO_4$ — темир (II)-
сульфат, $Fe_2(SO_4)_3$ — темир (III)- сульфат, $NaCl$ — натрий
хлорид.

Нордон тузларнинг номи анион номига *гидро* — олд
қўшимча қўшиш йўли билан ҳосил қилинади: $NaHSO_4$ —
натрий гидросульфат, KH_2PO_4 — калий дигидрофосфат.

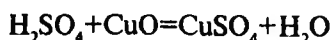
Асос тузларнинг номи тегишли ўрта туз анионининг
номига «*гидроксо*» олд қўшимчани қўшиб ҳосил қилинади:
 $Al(OH)SO_4$ алюминий гидроксосульфат, $Al(OH)_2Cl$ — алю-
миний дигидроксохлорид.

Олиниши. Тузлар турли синф бирикмалари билан од-
дий моддаларнинг кимёвий ўзаро таъсиридан олинади.
Тузларни олишнинг энг муҳим усуллари қайд қилиб
ўтаминз.

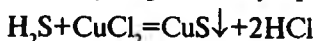
1. Нейтралланиш реакцияси:



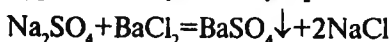
2. Кислоталарнинг асосли оксидлар билан ўзаро таъсири:



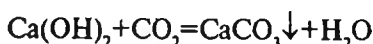
3. Кислоталарнинг тузлар билан ўзаро таъсири:



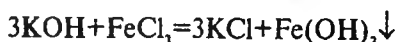
4. Иккита турли хил тузнинг ўзаро таъсири:



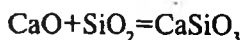
5. Асосларнинг кислотали оксидлар билан ўзаро таъсири:



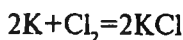
6. Ишқорларнинг тузлар билан ўзаро таъсири:



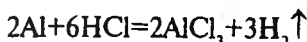
7. Асосли оксидларнинг кислотали оксидлар билан ўзаро таъсири:



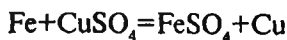
8. Металларнинг металлмаслар билан ўзаро таъсири:



9. Металларнинг кислоталар билан ўзаро таъсири:



10. Металларнинг тузлар билан ўзаро таъсири:



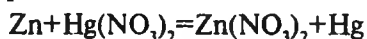
Тузлар олишнинг бошқа усуллари ҳам бор.

Хоссалари. Тузлар баъзиларидан мустасно қаттиқ кристалл моддалардир. Сувда эрувчанлигига қараб уларни эрийдиган, кам эрийдиган ва амалда эримайдиган тузларга бўлиш мумкин.

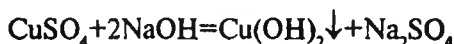
Нитрат ва сирка кислоталарнинг барча тузлари сувда эрийди. Хлорид кислотанинг AgCl , Hg_2Cl_2 дан бошқа тузлари сувда эрийди.

Тузларнинг кимёвий хоссалари уларнинг металларга, кислота ва тузларга муносабати билан белгиланади.

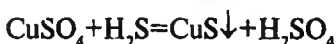
1. Стандарт электрод потенциаллар қаторида ҳар қайси металл ўзидан кейинги металлни тузларининг эритмаларидан сиқиб чиқаради. Масалан:



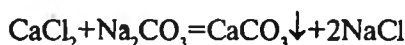
2. Тузлар ишқорлар билан ўзаро таъсирлашади:



3. Тузлар кислоталар билан ўзаро таъсирлашади:



4. Кўпчилиқ тузлар бир-бири билан реакцияга киришадими:

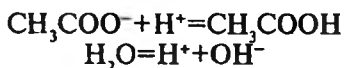


1—4 реакцияларни ўтказишда одатда тузларнинг эритмалари олинади. Ҳосил бўладиган маҳсулотлардан бири реакция доирасидан чиқиб кетадиган, яъни чўкма ҳолида тушадиган, газ ҳолида чиқиб кетадиган ёки кам диссоциланадиган бирикма бўлгандагина реакциялар охирига қадар боради.

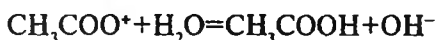
6.5 §. Тузларнинг гидролизланиши

Таърифи. Таъриба шуни кўрсатадики, ўрта тузлар таркибида водород ионлари ҳам, гидроксил ионлари ҳам йўқлигига қарамай, уларнинг эритмалари ишқорий, кислотали ёки нейтрал муҳитли бўлади. Бу ҳодисани тузларнинг сув билан ўзаро таъсири орқали тушунтириш мумкин.

Масалан, ишқорий реакция берадиган натрий ацетат CH_3COONa эритмасини кўриб чиқамиз. Натрий ацетат сувда эритилганда кучли электролит сифатида Na^+ ва CH_3COO^- ионларга тўлиқ диссоциланади. Бу ионлар сувнинг H^+ ва OH^- ионлари билан ўзаро таъсирлашади. Бунда Na^+ ионлари OH^- ионларини боғлаб молекула ҳосил қиладими, чунки NaOH кучли электролит бўлиб, эритмада фақат ионлар ҳолида бўлади. Шу билан бир вақтда ацетат-ионлар H^+ ионларни боғлаб, кучсиз электролит — сирка кислота молекулаларини ҳосил қилади, натижада H_2O нинг янги молекулалари H^+ ва OH^- ионларга диссоциланади. Бу жараёнлар қуйидагича мувозанат қарор топгунга қадар давом этади:



Бир вақтда содир бўладиган жараёнларнинг умумий тенгламаси қуйидагича бўлади:



Бу тенглама кучсиз электролит (сирка кислота) ҳосил бўлиши натижасида сувнинг диссоцилланишининг ионли мувозанати силжишини ва ортиқча OH^- ионлар пайдо бўлишини, шу сабабли эритма ишқорий реакция беришини кўрсатади.

Туз ионларининг сув билан ўзаро таъсирлашиб, кучсиз электролит ҳосил қилиши тузнинг гидролизланиши дейилади.

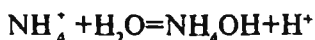
Мисолда кўрсатилганидек, эритма CH_3COONa тузнинг гидролизланиши натижасида ишқорий бўлиб қолади.

Тузларнинг гидролизланиш ҳоллари. Ҳар қандай тузни кислота билан асоснинг ўзаро таъсир маҳсулоти сифатида қараш мумкин. Масадан, **натрий ацетат** CH_3COONa кучсиз кислота CH_3COOH билан кучли асос NaOH дан, аммоний хлорид NH_4Cl — кучсиз асос NH_4OH билан кучли кислота HCl дан, $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ — кучсиз кислота CH_3COOH билан кучсиз асос NH_4OH дан, NaCl эса — кучли асос NaOH билан кучли кислота HCl дан ҳосил бўлган.

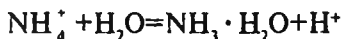
Кучсиз кислота билан кучли асосдан ҳосил бўлган барча тузлар гидролизга учрайди. Улар эритмага **ишқорий** реакция беради ($\text{pH} > 7$).

2. Кучли кислота билан кучсиз асосдан ҳосил бўлган тузлар ҳам гидролизланади. Улар эритмада кислотали муҳит ҳосил қилади, аммоний хлорид NH_4Cl эритмасида худди шундай бўлади. Бу ҳолда кучсиз электролит NH_4OH ҳосил бўлади. Натижада OH^- ионларнинг бир қисми NH_4^+ ионлари билан боғланади. H^+ ионлар эса ортиқча бўлиб қолади. Демак, NH_4Cl нинг гидролизланиши натижасида шу тузнинг эритмаси, кислотали реакцияга ($\text{pH} < 7$) эга бўлади. Унинг гидролизланиш тенгламасини* шундай ёзиш мумкин:

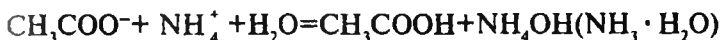
*Гидролизланиш тенгламасини қисқартирилган ионли шаклда ёзган яхши. Аммоний гидроксид NH_4OH нинг формуласи ўрнига аммиак гидратининг формуласини $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ёзиш мумкин (10.3- § га қ.).



Ёки аниқроғи:

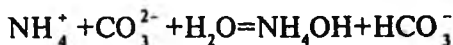


3. Кучсиз кислота билан кучсиз асосдан ҳосил бўлган тузлар янада осонроқ гидролизланади, масалан $\text{CH}_3\text{COONH}_4$. Бу тузнинг ионлари бир вақтнинг ўзида H^+ ва OH^- ионларни боғлаб, сувнинг диссоциланиш мувозанатини силжитади:



Бу ҳолда эритманинг муҳити гидролизланиш маҳсулотларининг — кислота билан асоснинг диссоциланиш даражасига боғлиқ бўлади; агар OH^- ионлар кўп бўлса эритма ишқорий, агар H^+ ионлар кўп бўлса — кислотали, агар уларнинг сони бир хил бўлса — нейтрал бўлади. Кўриб чиқиладиган мисолимизда гидролизланиш натижасида ҳосил бўладиган CH_3COOH ва NH_4OH нинг диссоциланиш даражалари тахминан бир хил, шунинг учун эритма нейтрал бўлади.

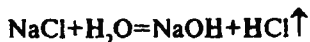
Лекин аммоний карбонат ҳам кучсиз кислота ва кучсиз асосдан ҳосил бўлган туз эканлигига қарамай, унинг сувдаги эритмасининг муҳити кучсиз ишқорий бўлади:



чунки NH_4OH нинг диссоциланиш даражаси HCO_3^- ионнинг диссоциланиш даражасидан каттадир.

4. Кучли асос билан кучли кислотадан ҳосил бўлган тузлар гидролизланмайди. Бундай тузларнинг ионлари сув билан кучсиз электролитлар ҳосил қила олмайди. Бу ҳолда туз ионлари амалда реакцияда иштирок этмайди ва сувнинг диссоциланиш мувозанати бузилмайди; H^+ ва OH^- ионларнинг концентрацияси тоза сувдагидек қолади, демак, эритманинг муҳити нейтрал ($\text{pH}=7$)* бўлади.

*Юқори ҳароратда шу турдаги тузлар ҳам гидролизга учраши мумкин: мисолда водород хлорид учиб чиқиб кетади



ва эритманинг pH и катталашади.

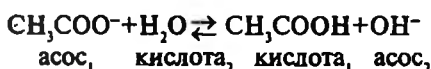
Тузнинг электролитик диссоциланиш натижасида ҳосил бўладиган ионлари сув билан кучсиз (кам диссоцилланадиган) электролитлар ҳосил қила оладиган барча ҳолларда тузлар гидролизланади.

Кўпчилик тузлар учун диссоциланиш — қайтар жараён. Гидролиз маҳсулотлари чиқиб кетадиган тақдирда гидролиз қайтмас бўлади, масалан:

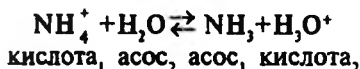


(қайтмас гидролиз тенгламаларида тенглик ишораси қўйилди).

Протолитик назария гидролизни протон кислотадан асосга ўтадиган реакция сифатида қарайди, чунки сув кислота ролини ҳам, асос ролини ҳам ўйнаши мумкин. Масалан, протоннинг акцептори ҳисобланадиган ацетат-ион сув билан кислота таъсир эттирилгандаги каби реакцияга киришади:

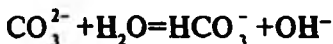


Протоннинг донори ҳисобланадиган аммоний катиони NH_4^+ эса сув билан асос таъсир эттирилгандаги каби реакцияга киришади:



Тузларнинг гидролизланиш тенгламаларини тузиш. Кучсиз кўп асосли кислоталар билан кучли асослардан ҳосил бўлган тузларнинг гидролизланиши босқич билан боради (тескари жараёнга — босқичли диссоциланишга мувофиқ), бунда нордон тузлар (аникхроғи, нордон тузларнинг анионлари) ҳосил бўлади. Масалан, натрий карбонат Na_2CO_3 нинг гидролизланишини қуйидаги тенгламалар билан ифодалаш мумкин:

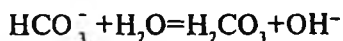
1) биринчи босқич



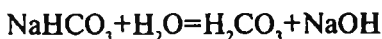
ёки



2) иккинчи босқич



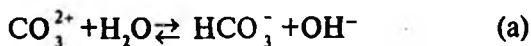
ёки



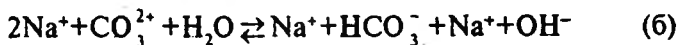
Лекин одатдаги шароитда гидролиз амалда биринчи босқич билан чекланади: CO_3^{2-} ионлар сувнинг H^+ ионларини боғлаб, дастлаб H_2CO_3 молекулаларини эмас, балки HCO_3^- ионларини ҳосил қилади. Бунга сабаб шуки, HCO_3^- ионлар H_2CO_3 молекулаларига қараганда анча қийин диссоцилланади. Фақат кўп суюлтирилганда ва қиздирилгандагина ҳосил бўлган нордон тузнинг гидролизланишини эътиборга олиш мумкин.*

Na_2CO_3 нинг гидролизланиш тенгламасини тузиш учун қуйидаги қоидага асосланамиз. Туз кучли асос билан кучсиз кислотадан ҳосил бўлган, шу сабабли CO_3^{2-} иони (кучсиз кислота аниони) сувнинг водород ионларини боғлайди. CO_3^{2-} ионда иккита заряд бўлганлиги сабабли гидролизнинг иккита босқичини кўриб чиқиш ва ҳар қайси босқич учун уртадан тенглама: а) қисқартирилган ионли шаклда, б) ионли шаклда ва в) молекуляр шаклда ёзиш керак. Бунда алмашилиш реакцияларининг ионли тенгламаларини ёзиш қоидаларини (49- §) эътиборга олиш лозим.

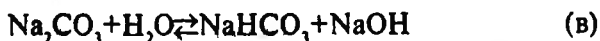
Б и р и н ч и б о с қ и ч: а) гидролизнинг қисқартирилган ионли шаклдаги тенгламаси:



б) гидролизнинг ионли шаклдаги тенгламаси:

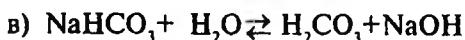
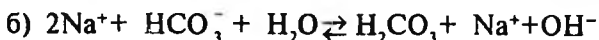
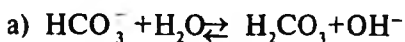


в) гидролизнинг молекуляр шаклдаги тенгламаси:



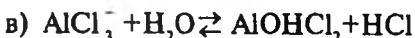
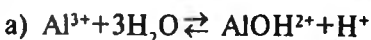
Шундай қилиб, қисқартирилган ионли шаклдаги тенгламадан ионли шаклдаги тенгламага ўтиш учун биринчи тенгламанинг (а) ионларига тескари ишорали ионларни қўшиб ёзиш керак (б). Тенглама (б) даги ионларни молекула ҳолида бирлаштириб, гидролизнинг молекуляр шаклдаги тенгламасини (в) оламиз.

И к к и н ч и б о с қ и ч:

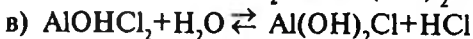
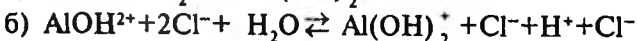
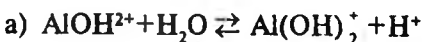


Худди шунга ўхшаш кўп кислотали кучсиз асослар билан кучли кислоталардан ҳосил бўлган тузлар гидролизланади, да асосли тузлар (аниқроғи, асосли тузларнинг катионлари) ҳосил бўлади. Гидролиз асосан биринчи босқич бўлиб боради. Мисол тариқасида AlCl_3 тузининг гидролизланиши ни кўриб чиқамиз. Унинг гидролизланиш тенгламасини тузишда бу туз кучсиз асос билан кучли кислотадан ҳосил бўлганлигига асосланамиз. Al^{3+} иони (кучсиз асос катион) сувнинг гидроксид-ионларини боғдайди. Лекин Al^{3+} уч зарядли бўлгани учун гидролиз учта босқич билан боради. Тенгламаларни оддинги мисолдаги каби тузиб чиқамиз.

Б и р и н ч и б о с қ и ч:



И к к и н ч и б о с қ и ч:



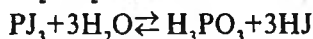
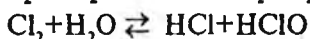
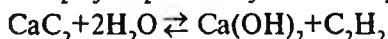
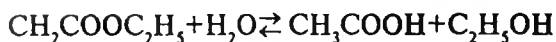
У ч и н ч и б о с қ и ч — реакция амалда содир бўлмайди, водород ионлари тўпланганлиги сабабли жараён бошланғич моддалар томонига силжийди. Лекин эритмани суюлтириш ва температурани ошириш гидролизни кучайтиради. Бу ҳолда гидролизланиш тенгламасини учинчи босқич учун ҳам ёзиш мумкин.

Умуман гидролиз ҳақида. Тузларнинг гидролизи — моддаларнинг яхши ўрганилган гидролизига энг муҳим мисоллардан биридир.

Умуман гидролиз кенг маънода — бу турли хил модда-

лар билан сув орасида содир бўладиган алмашилиб парчаланиш реакциясидир.

Бундай таъриф органик бирикмаларнинг — мураккаб эфирлар, ёғлар, углеводлар, оксилларнинг гидролизини ҳам, анорганик моддаларнинг — тузлар, галогенлар, галогенидлар, металлмаслар ва ҳ. ҳам гидролизини ўз ичига олади. Масалан:



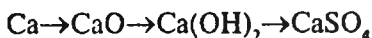
Минералларнинг — алюмосиликатларнинг гидролизланиши натижасида тоғ жинслари емирилади. Тузларнинг (масалан Na_2CO_3 , Na_3PO_4) гидролизидан сувни тозалаш ва унинг қаттиқлигини камайтириш учун фойдаланилади.

Ёғочнинг гидролизи кенг қўламда амалга оширилади. Жадал ривожланаётган гидролиз саноати овқат бўлмайдиган хом ашёдан (ёғоч, пахта шудхаси, кунгабоқар пўчоғи, похол, маккажўхори ўзагидан) қатор қимматли маҳсулотлар: этил спирт, хамиртуруш, глюкоза, қаттиқ углевод (IV)- оксид, фурфурол, метил спирт, лигнин ва б. кўпгина моддалар ишлаб чиқармоқда.

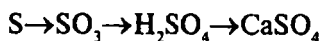
Тирик организмларда полисахаридлар, оксиллар ва бошқа органик бирикмаларнинг гидролизи содир бўлади.

6.6- §. Анорганик бирикмаларнинг синфлари орасидаги боғланиш

Оддий моддалар, оксидлар, кислоталар, асослар ва тузлар орасида генетик боғланиш бор, чунончи — удар бирига айланиши мумкин. Масалан, оддий модда бўлган кальций метали кислород билан бирикиши натижасида кальций оксидга айланади. Кальций оксид сув билан ўзаро таъсир эттирилганда кальций гидроксидни ҳосил қилади, бу моддага кислота таъсир эттирилганда тузга айланади. Бу ўзгаришларни ушбу схема билан тасвирлаш мумкин:



Ишни металлмасдан, масалан олтингугуртдан бошлаб пировард оқибатда худди шу маҳсулотни олиш мумкин:



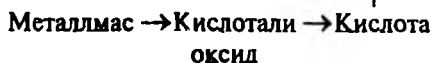
Демак, битта тузнинг ўзи турли хил йўллар билан олинди.

Тескари йўналиш — туздан анорганик бирикмаларни бошқа синфларига ва оддий моддаларга ўтиш ҳам мумкин. Масалан, мис сульфатдан уни ишқор билан ўзаро таъсир эттириш орқали мис (II)- гидроксидга, ундан қиздириб эрдамида мис (II)- оксидга ўтиш, бу оксиддан эса қиздириб туриб водород билан қайтариш орқали оддий модда мис олиш мумкин:



Анорганик бирикмаларнинг синфлари орасидаги бундай боғланиш бир синф моддаларидан бошқа синф моддаларини олишга асосланган бўлиб, *генетик* боғланиш дейилади. Лекин шуни назарда тутиш керакки, кўпинча моддалар бевосита йўл билан эмас, балки билвосита йўл билан олинади. Масалан, мис (II)- оксидни сув билан ўзаро таъсир эттириш реакцияси орқали мис (II)- гидроксид олиб бўлмайди, чунки бундай реакция содир бўлмайди. Бунда билвосита йўл тугилади: мис (II)- оксидга кислота таъсир эттириб туз олинади ва тузга ишқор таъсир эттириш йўли билан мис (II)- гидроксид олинади.

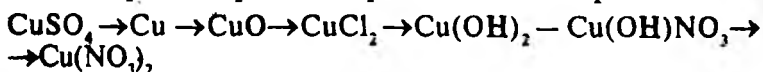
Анорганик бирикмаларнинг синфлари орасидаги генетик боғланишни ушбу схема билан ифодалаш мумкин:



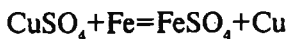
6.7- §. Намунавий масалалар ечиш

Оксидлар, кислоталар, асослар, тузлар

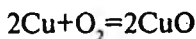
1- масала. Қуйидаги ўзгаришларни амалга оширишга имкон берадиган реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг:



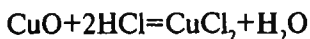
Е ч и ш. 1) Мисни мис (II) тузидан ўрин олиш реакцияси ёрдамида олиш мумкин:



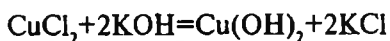
2) Мисни кислородда ёндириб, мис (II)- оксид ҳосил қиламиз:



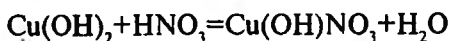
3) Мис (II)- оксид хлорид кислотада эриб, мис (II)- хлорид ҳосил қилади:



4) Мис (II)- хлорид эритмасига ишқор эритмасини қўшиб йўли билан мис (II)- гидроксид олиш мумкин:



5) Асосли туз — мис (II)- гидроксонитрат мис (II)- гидроксидга битта гидроксогруппанинг ўрнини олиш учун етарли миқдорда нитрат кислота таъсир эттириб, яъни 1 моль HNO_3 га 1 моль Cu(OH)_2 таъсир эттириб ҳосил қилиниши мумкин:

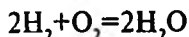


6) Мис (II)- гидроксонитратга мул нитрат кислота таъсир эттирилганда мис (II)- нитрат олинади:



2- масала. Натрий, олтингургурт, кислород ҳамда водороддан фойдаланиб, учта ўрта туз, учта нордон туз ва учта кислота олишга имкон берадиган реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

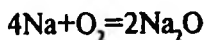
Ечиш. Кислород билан водороддан сув олиш мумкин:



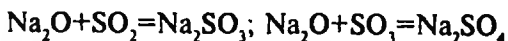
Олтингургурт билан кислороддан олтингургурт (IV)- оксид олиш ва сўнгра уни оксидлаб, олтингургурт (VI)- оксид олиш мумкин:



Натрий кислород билан реакцияга киришиб, оксид ҳосил қилади:



Асосли натрий оксид кислотали олтингугурт (IV) ва олтингугурт (VI)- оксидлар билан ўзаро таъсирлашганда тегишлича натрий сульфит ва натрий сульфат (иккита туз) ҳосил қилади:



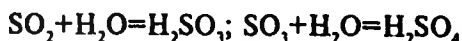
Яна битта ўрта тузни — натрий билан олтингугуртнинг бевосита ўзаро таъсир эттириш йўли билан натрий сульфидни олиш мумкин:



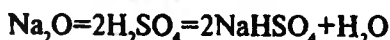
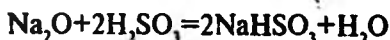
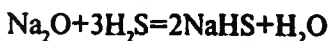
Водород олтингугурт билан реакцияга киришганда водород сульфид ҳосил бўлади:



бу модданинг сувдаги эритмаси — сульфид кислота. Олтингугурт (IV)- оксид ва олтингугурт (VI)- оксид сув билан ўзаро таъсирлашиб, сульфит ва сульфат кислоталарни ҳосил қилади:

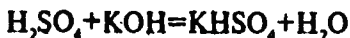


Ниҳоят, натрий оксидга олинган учта кислотадан муайян миқдорда таъсир эттирилса учта нордон туз олинади:



3- масала. 16 кг 20% ли сульфат кислотадан нордон туз олиш учун неча килограмм калий гидроксид керак бўлади?

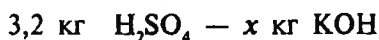
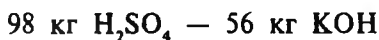
Ечиш. Нордон туз — калий гидросульфат олиш реакциясининг теңгласини тузамиз:



Сульфат кислотанинг 100% ли массаси қуйидагича бўлади:

$$\frac{16 \cdot 20}{100} \text{ кг} = 3,2 \text{ кг}$$

Моддаларнинг моляр массалари: сульфат кислотаники — 98 г/моль=98 кг/к моль; КОН — 56 кг/моль. Реакция тенгламасидан кўриниб туриптики, 1 кмоль H_2SO_4 га 1 кмоль КОН талаб қилинади. $1 \cdot 98 \text{ кг} = 98 \text{ кг}$ H_2SO_4 билан реакцияга киритиш учун $1 \cdot 56 = 56 \text{ кг}$ КОН керак бўлади:



Пропорция тузамиз: $98:56=3,2:x$, бундан

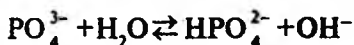
$$x = \frac{3,2 \cdot 56}{98} \text{ кг} = 1,83 \text{ кг}$$

Тузларнинг гидролизланиши

1- масала. Na_3PO_4 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, KCl тузларнинг гидролизланиш реакциялари тенгламаларини тузинг. Бу тузлар сувда эриганида водород кўрсаткич қандай ўзгаради?

Ечиш. 1) Na_3PO_4 нинг гидролизи босқич билан (уч босқичда) ва асосан биринчи босқич билан боради. Биринчи ва иккинчи босқич бўйича реакциялар натижасида нордон тузлар ҳосил бўлади.

Б и р и н ч и б о с қ и ч: а) гидролизнинг қисқартирилган ионли шаклдаги тенгламаси:



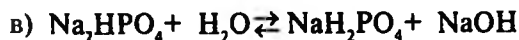
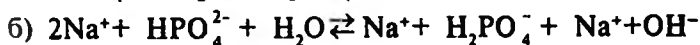
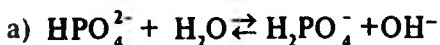
б) гидролизнинг ионли шаклдаги тенгламаси:



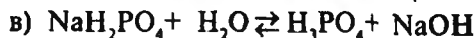
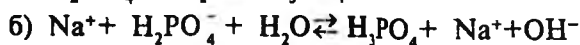
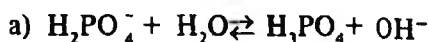
в) гидролизнинг молекуляр шаклдаги тенгламаси:



И к к и н ч и б о с қ и ч:



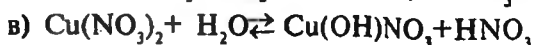
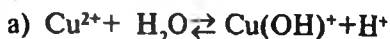
У ч и н ч и б о с қ и ч:



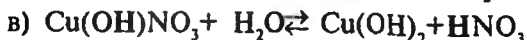
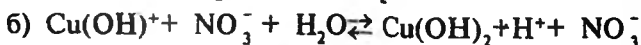
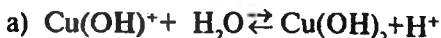
Гидролиз реакцияси натижасида эритмадаги гидроксид-ионлар концентрацияси водород ионлари концентрациясидан ортиб кетади, демак $\text{pH} > 7$.

2) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ нинг гидролизланиши босқич билан асосан биринчи босқич билан боради, бунда асосли туз ҳосил бўлади.

Б и р и н ч и б о с қ и ч:



И к к и н ч и б о с қ и ч:

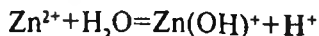
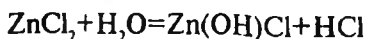


Гидролиз натижасида эритмада водород ионларининг концентрацияси гидроксид-ионлар концентрациясидан ортиб кетади, демак, $\text{pH} < 7$.

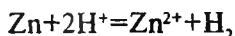
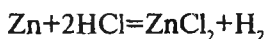
3) Кучли асос билан кучли кислотадан ҳосил бўлган туз гидролизланмайди, $\text{pH} = 7$.

2- масала. Рух хлорид эритмаси бор пробирка қиздирилди ва унга олдиндан тозаланган рух бўлаги ташланди. Бунда қандай газ ажралиб чиқади? Реакцияларнинг тенг-ламаларини ёзинг.

Ечиш. Қиздириш эритмадаги мувозанатни гидролиз маҳсулотлари ҳосил бўлиш томонига силжитади:



Ҳосил бўладиган водород ионлари рух метали билан реакцияга киришади:



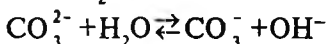
Рух ионлари концентрациясининг ортиши гидролиз реакциясидаги мувозанатни бошланғич туз томонига силжитади.

6- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УЛАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

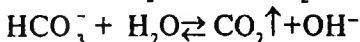
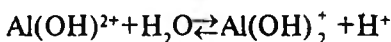
6.1. Алюминий сульфат эритмаси билан поташ эритмасини аралаштирилганда содир бўладиган реакция тенгламасини тузинг. Ҳосил бўлган моддаларни аниқланг.

А) $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$ ва K_2SO_4 Б) $\text{Al}(\text{HCO}_3)_3$ ва K_2SO_4
 С) $\text{Al}(\text{OH})_2(\text{HCO}_3)$ ва K_2SO_4 Д) $\text{Al}(\text{OH})_3$, K_2SO_4
 ва CO_2 Е) $\text{Al}(\text{OH})\text{CO}_3$ ва K_2SO_4

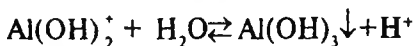
Ечиш. Алюминий тузлари ва K_2CO_3 сувли эритмада гидролиз жараёнида қатнашади. Бу тузлар гидролизининг биринчи босқичининг қисқартирилган ионли тенгламалари қуйидаги кўринишга эга:



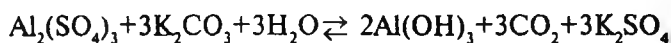
иккала тенгламадаги гидролиз натижасида қарама-қарши хусусиятли — кислотали ва ишқорий муҳит юзага келади. Бу моддалар гидролизи ягона реакция соҳада амалга ошиши туфайли иккала ионлар диссоциланиши қийин бўлган сув молекулалари ҳосил бўлади. Бу ҳодиса бошланғич тузлар гидролизининг иккинчи босқичида ҳам юз беради:



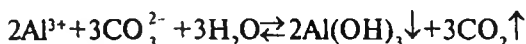
Дигидроксоалюминий ионининг охириги босқич гидролизи ҳам тўла амалга ошади:



Бу реакцияларни тўла молекуляр ва қисқартирилган ионли тенгламалари қуйидагича бўлади:



Ионли ҳолда:



Жавоб: Д бўлади.

6.2. Қуйидаги моддалар орасидан катиони бўйича гидролизда қатнашадиган тузларни танланг. 1) поташ; 2) аммоний нитрат; 3) мис (II) сульфат; 4) кумуш нитрат; 5) рух хлорид; 6) магний хлорид; 7) бериллий нитрат.

А) 2, 3, 5, 6, 7 В) 1, 2, 4, 6, 7 С) 1, 3, 4, 5, 7 Д) 3, 4, 5, 6 Е) 4, 6, 7

Ечиш. Келтирилган моддалар 2, 3, 5, 6 ва 7 рақамли моддаларнинг катионлари кучсиз асосга тегишли бўлади. Уларнинг анионлари эса кучли кислоталар қолдиги бўлади.

Жавоб: А бўлади.

6.3. Қуйидаги тузлардан фақат аниони бўйича гидролизда қатнашадиганларини танланг.

1) алюминий хлорид; 2) калий фосфат; 3) литий нитрат; 4) кумуш фторид; 5) натрий фторид; 6) цезий нитрат.

А) 1, 2, 4, 5 В) 2, 3, 5, 6 С) 2, 4, 5, 6 Д) 1, 3, 5, 6 Е) 3, 4, 5, 6.

Ечиш. С жавобда келтирилган тузларни ҳосил қилган кислота қолдиқлари кучсиз кислота қаторига киради, уларнинг катионлари кучли асослар қаторига киради.

Жавоб: С бўлади.

6.4. Ҳам катиони, ҳамда аниони бўйича гидролизда (қайтмас гидролиз) қатнашадиган тузларни танланг.

1) аммоний ацетат; 2) аммоний нитрат; 3) қалай фторид; 4) аммоний гипохлорит; 5) темир(III) ацетат.

А) 1, 3, 4, 5 В) 1, 2, 3, 5 С) 1, 2, 4, 5 Д) 2, 3, 4, 5 Е) 2, 3, 5

Ечиш. Келтирилган тузлар орасида фақат аммоний нитрат катиони бўйича гидролизланади, қолган барча тузлар тестнинг тўғри жавобига мос келади.

Жавоб: А бўлади.

6.5. Куйида келтирилган тузларнинг қайси бири гидролиз реакциясида қатнашмайди?

1) рух перхлорат; 2) кумуш нитрат; 3) литий перхлорат; 4) барий нитрат; 5) калий хромат; 6) калий перманганат; 7) натрий фосфат.

А) 1, 2, 4, 6 В) 2, 3, 4 С) 4, 5, 6 Д) 2, 3, 4, 5, 6 Е) 1, 2, 5, 6

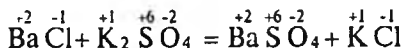
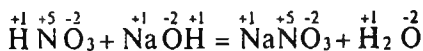
Ечиш. Тестда келтирилган рух перхлорат ва натрий фосфат гидролиз реакциясида қатнашади, қолган тузларнинг барчаси кучли кислота ва кучли асослардан ҳосил бўлган.

Жавоб: Д бўлади.

7- Б О Б. ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ РЕАКЦИЯЛАРИ. ЭЛЕКТРОЛИЗ

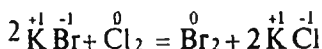
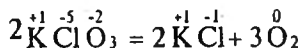
7.1- §. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари назарияси

Барча кимёвий реакцияларни икки турга бўлиш мумкин. Уларнинг биринчисига реакцияга киришаётган моддалар таркибидаги атомларнинг оксидланиш даражаси ўзгармайдиган реакциялар киради. Масалан:



Кўриниб турибдики, атомлардан ҳар бирининг оксидланиш даражаси реакциядан олдин ҳам, кейин ҳам ўзгармасдан қолган.

Иккинчи турга реакцияга киришаётган моддалар атомларининг оксидланиш даражаси ўзгарадиган реакциялар киради. Масалан:



Бу ерда биринчи реакцияда хлор ва кислород атомларининг, иккинчи реакцияда эса — бром ва хлор атомларининг оксидланиш даражалари ўзгаради.

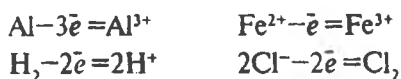
Реакцияга киришадиган моддалар таркибидаги атомларнинг оксидланиш даражаси ўзгариши билан борадиган реакциялар оксидланиш-қайтарилиш реакциялари дейилади.

Оксидланиш даражасининг ўзгариши электронларнинг бирор атомга томон тортилиши ёки бир атомдан бошқа атомга ўтиши билан боғлиқ.

Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари — энг кўп тарқалган реакциялар бўлиб, табиатда ва техникада катта аҳамиятга эга. Улар ҳаёт фаолиятининг асоси ҳисобланади. Тирик организмлардаги нафас олиш ва моддалар алмашинуви, чириш ва бижгиш, ўсимликларнинг яшил қисмларидаги фотосинтез ана шу реакциялар билан боғлиқ. Бу реакцияларни ёқилғи ёнганида, металлларнинг коррозияланиш жараёнларида ва электролизда кузатиш мумкин. Улар металлургия жараёнларининг ва элементларнинг табиатда айланишининг асосини ташкил этади. Шундай реакциялар ёрдамида аммиак, ишқорлар, нитрат, хлорид ва сульфат кислоталар ҳамда бошқа кўпгина қимматли маҳсулотлар олинади. Гальваник элементлар ва аккумуляторларда оксидланиш-қайтарилиш реакциялари туфайли кимёвий энергия электр энергиясига айланади. Улар табиатни муҳофазат қилишга доир чора-тадбирларнинг асосини ташкил этади. Шу сабабли бу реакциялар мактаб аноорганик кимё курсиди ҳам бошқа реакцияларга қараганда кўпроқ ўрганилади.

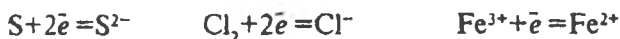
Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари назариясининг асосий қондаларини кўриб чиқамиз.

1. Атом, молекула ёки ионнинг электрон бериш жараёни оксидланиш дейилади. Масалан:



Оксидланишда оксидланиш даражаси ортади.

2. Атом, молекула ёки ионнинг электронлар бириктирилиш жараёни қайтарилиш дейилади. Масалан:



Қайтарилишда оксидланиш даражаси камаяди.

3. Электронларини берадиган атом, молекула ёки ион қайтарувчилар дейилади. Реакция вақтида улар оксид

а н а д и . Электронларни бириктириб оладиган атом, молекула ёки ионлар оксидланувчилар дейилади. Реакция вақтида улар қ а й т а р и л а д и . Атом, молекула ёки ионлар муайян моддалар таркибига кирганлиги сабабли бу моддалар ҳам тегишлича қайтарувчилар ёки оксидловчилар дейилади.

4. Оксидланиш ҳамма вақт қайтарилиши билан бирга содир бўлади, ва аксинча, қайтарилиш доимо оксидланиш билан боғлиқ, буни қуйидагича тенгламалар билан ифодалаш мумкин:

Қайтарувчи — $e^- \rightleftharpoons$ Оксидловчи

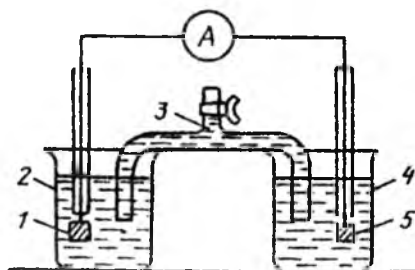
Оксидловчи $+e^- \rightleftharpoons$ Қайтарувчи

Шу сабабли оксидланиш-қайтарилиш реакциялари иккита бир-бирига қарама-қарши жараённинг — оксидланиш билан қайтарилишнинг бирлигидан иборатдир.

Қайтарувчи берган электронлар сони оксидловчи бириктириб олган электронлар сонига тенг.

Бунда электронлар бир атомдан бошқа атомга бугунлай ўтишидан ёки атомларнинг бирига томон қисман силжишидан қатъи назар, шартли равишда фақат электронлар бериш ва бириктириб олиш ҳақида сўз юритилади.

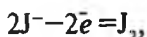
Оксидланиш ва қайтарилиш жараёнларини физик жиҳатдан бир-бирдан ажратиш ва электронларни ташқи электр занжир орқали узатиш мумкин. Стакан 2 га калий йодид KI эритмаси (7.1-расм), стакан 4 га эса — темир (III)-хлорид $FeCl_3$ эритмаси куйилган бўлсин. Эритмалар бир-бири билан «электролитик калит» дейиладиган U симон най билан туташтирилган; найга ионли ўтказувчанликни таъминлайдиган калий хлорид KCl эритмаси тўлдирилган. Стаканлардаги эритмаларга платина электродлар 1 ва 5 ботирилган.



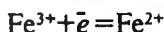
7.1- расм. Оксидланиш-қайтарилиш реакциясига асосланиб тузилган гальваник элементнинг схемаси.

Агар занжирга сезгир амперметр улаб, занжир туташтирилса, у ҳолда стрелканинг оғишига қараб электр токининг ўтишини ва унинг йўналишини кузатиш мумкин бўлади. Электронлар калий йодид эритмасидаги электроддан темир (III)-хлорид эритмасидаги электродга, яъни қайтарувчидан — J^- ионларидан оксидловчига — Fe^{3+} ионларига ўтади. Бунда J^- ионлари J_2 молекулаларига қадар оксидланади, Fe ионлари эса темир (II) ионларига Fe^{2+} қадар қайтарилади. Маълум вақт ўтгандан кейин реакция маҳсулотларини ўзига хос реакциялар: йодни — крахмал эритмаси билан, Fe^{2+} ионларини — калий гексациано- (II) феррат (қизил қон тузи) $K_3[Fe(CN)_6]$ эритмаси билан аниқлаш мумкин.

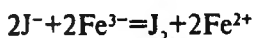
7.1-расмда келтирилган схема оксидланиш-қайтарилиш реакцияси асосида тузилган *гальваник элемент*дир. У иккита ярим элементдан таркиб топган: биринчисида қайтарувчининг оксидланиш жараёни содир бўлади:



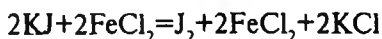
иккинчисида эса — оксидловчининг қайтарилиш жараёни боради:



Бу жараёнлар бир вақтнинг ўзида содир бўлганлиги сабабли кейинги тенгламани коэффициент 2 га кўпайтириб (берилган ва бириктириб олинган электронлар сонини тенглаштириш учун) ва келтирилган тенгламаларни ҳадмаҳад қўшиб реакциянинг тенгламасини оламиз:



ёки



Ҳар қандай оксидланиш-қайтарилиш реакцияси агар у гальваник элементда содир бўлса, электр токининг манбаи бўла олади.

7.2- §. Энг муҳим қайтарувчи ва оксидловчилар

Қайтарувчи ва оксидловчилар оддий моддалар, яъни битта элементдан таркиб топган бўлиши ҳам, мураккаб моддалар бўлиши ҳам мумкин.

Элементлар даврий системасида жойлашган ўрнига

мувофиқ кўпчилик металлларнинг ташқи энергетик поғонасида 1–2 та электрон бўлади. Шу сабабли улар кимёвий реакцияларда валент электронларини беради, яъни оксидланади. Металларда қайтарувчанлик хоссалари бор.

Д а в р л а р д а элементнинг тартиб номери ортиши билан оддий моддаларнинг қайтарувчилик хоссалари сусаяди, оксидловчилик хоссалари эса кучаяди ва галогенларда максимал даражага етади. Масалан, III даврда натрий — даврдаги энг актив қайтарувчи, хлор эса — энг актив оксидловчи.

Б о ш г р у п п а ч а л а р н и н г элементларида тартиб номери ортиши билан қайтарувчилик хоссалари кучаяди ва оксидловчилик хоссалари сусаяди. Энг яхши қайтарувчилар — ишқорий металллар, улардан энг активлари Fг билан Cs. Энг яхши оксидловчилар — галогенлар. IV–VII группаларнинг бош группачаларидаги элементлар (металлар) электронлар бериши ҳам, бириктириб олиши ҳам мумкин ва қайтарувчилик хоссаларини ҳам, оксидловчилик хоссаларини ҳам намоён қила олади. Фтор бундан мустасно. У фақат оксидловчилик хоссаларини намоён қилади, чунки нисбий электрманфийлиги энг каттадир (2.2-жадвалга қ.)

Ё н а к и г р у п п а ч а л а р д а г и элементлар (катта даврларнинг жуфт қаторларидаги) металл хоссаларига эга бўлади, чунки улар атомдарининг ташқи поғонасида 1–2 та электрон бор. Шу сабабли уларнинг оддий моддалари қайтарувчилардир. Шундай қилиб, қайтарувчилар сифатида таъсир этадиган оддий моддалардан — металллардан фарқ қилиб, оддий моддалар — металлмаслар оксидловчилар сифатида ҳам, қайтарувчилар сифатида ҳам намоён бўлиши мумкин.

Мураккаб моддаларнинг оксидловчилик ёки қайтарувчилик хоссалари шу элемент атомининг оксидланиш дара-

жасига боғлиқ. Масалан, $\overset{+7}{\text{KMnO}_4}$, $\overset{+4}{\text{MnO}_2}$, $\overset{+2}{\text{MnSO}_4}$. Биринчи бирикмада марганец максимал оксидланиш даражасига эга ва у кўпайиши мумкин эмас. У фақат электронлар бириктириб олиши мумкин, демак, KMnO_4 фақат оксидловчи бўла олади. Учинчи бирикмада марганецнинг оксидланиш даражаси энг паст — у фақат қайтарувчи бўлиши

мумкин. Иккинчи бирикмада марганец оралиқ оксидланиш даражасига эга (+4), шунинг учун у қайтарувчи ҳам, оксидловчи ҳам бўла олади; бу реакциянинг бориш шарт-шароитларига ва MnO_2 қайси моддалар билан реакцияга киришаётганлигига боғлиқ.

Таркибида юқори оксидланиш даражасига эга бўлган атомлар бор мураккаб анионлар ҳам оксидловчилар ҳисобланади. Масалан, NO_3^- , MnO_4^- , $Cr_2O_7^{2-}$, ClO_3^- , ClO_4^- ва б. Оксидловчилик хоссалари юқори оксидланиш даражасига эга бўлган атом туфайли эмас, балки бутун анион туфайли-

7.1.- ж а д в а л. Энг муҳим қайтарувчи ва оксидловчилар

Қайтарувчилар	Оксидловчилар
Металлар, водород, кўмир Углерод (II)- оксид CO Водород сульфид H_2S, олтин-гугурт (IV)- оксид SO_2, сульфит кислота H_2SO_3 ва унинг тузлари. Йодид кислота HI, бромид кислота HBr, хлорид кислота HCl. Қалай (II)- хлорид $SnCl_2$, темир (II)- сульфат $FeSO_4$, марганец (II)- сульфат $MnSO_4$, хром (III)- сульфат $Cr_2(SO_4)_3$. Нитрат кислота HNO_3, аммиак NH_3, гидразин N_2H_4, азот (II)- оксид NO. Фосфит кислота H_3PO_3, Альдегидлар, спиртлар, чумоли ва оксалат кислоталар, глюкоза. Электролизда катод.	Галогенлар К алий перманганат $KMnO_4$, калий манганат K_2MnO_4, марганец (IV)- оксид MnO_2 Калий дихромат $K_2Cr_2O_7$, калий хромат K_2CrO_4 Нитрат кислота HNO_3 Кислород O_2, озон O_3, водород пероксид H_2O_2 Сульфат кислота H_2SO_4 (конц.), селенат кислота H_2SeO_4 Мис (II)- оксид CuO, кумуш (I)- оксид Ag_2O, қўрғошин (IV)- оксид PbO_2 Нодир металлларнинг ионлари (Ag, Au^{3+} ва бошқалар). Темир (III)- хлорид $FeCl_3$ Гипохлоритлар, хлоратлар ва перхлоратлар. Зар суви, концентранланган нитрат ва фторид кислоталарнинг аралашмаси. Электролизда анод.

дир, масалан Mn^{+7} иони эмас, балки бутун анион MnO_4^- туфайлидир. Элементар анионлар фақат қайтарувчилик хоссаларини намоён қилади. Масалан, F^- , Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-} ва бошқалар.

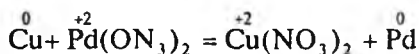
Энг муҳим қайтарувчи ва оксидловчилар 7.1- жадвалда келтирилган.

7.3- §. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тенгламаларини тузиш

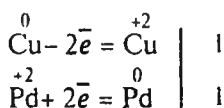
Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тенгламаларини тузишнинг икки хил усули — электронлар баланси усули билан ярим реакциялар усули қўлланилади.

Электронлар баланси усули. Бу усулда бошланғич ва охириги моддалардаги атомларнинг оксидланиш даражалари таққосланади, бунда қайтарувчи берган электронлар сони оксидловчи бириктириб олган электронлар сонига тенг бўлиши керак, деган қоидага асосланилади. Тенглама тузиш учун реакцияга киришаётган моддаларнинг ва реакция маҳсулотларининг формулаларини билиш керак. Реакция маҳсулотлари тажриба йўли билан ёки элементларнинг маълум хоссалари асосида аниқланади. Шу усулнинг татбиқини мисолларда кўриб чиқамиз.

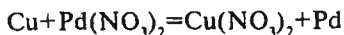
1- мисол. Миснинг палладий (II)- нитрат билан реакциясининг тенгламасини тузиш. Реакциянинг бошланғич ва охириги маҳсулотларининг формулаларини ёзамиз ва оксидланиш даражаларининг ўзгаришларини кўрсатамиз:



Мис ионини ҳосил қилишда мис иккита электронини беради, унинг оксидланиш даражаси 0 дан +2 га қадар ортади. Мис — қайтарувчи. Палладий иони иккита электронни бириктириб олиб, оксидланиш даражасини +2 дан 0 га қадар ўзгартиради. Палладий (II)- нитрат — оксидловчи. Бу ўзгаришларни электрон тенгламалар билан ифодалаш мумкин:



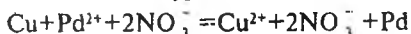
Бу тенгламалардан кўриниб турибдики, қайтарувчи билан оксидловчида коэффициентлар 1 га тенг. Реакциянинг охириги тенгламаси:



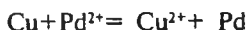
Реакциянинг умумий тенгламасида электронлар ёзилмайди.

Тузилган тенгламанинг тўғрилигини текшириб қўриш учун унинг ўнг ва чап қисмларида ҳар қайси элемент атомларининг сонини ҳисоблаб чиқамиз. Масалан, ўнг қисмида 6 та кислород атоми, чап қисмида ҳам 6 та кислород атоми бор; палладий атомлари 1 ва 1; мисники ҳам 1 ва 1. Демак, тенглама тўғри тузилган.

Шу тенгламани ионли қўринишда қайта ёзамиз:



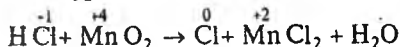
Бир хил ионлар қисқартирилгандан кейин қуйидагича бўлади:



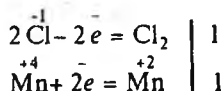
2- мисод. Марганец (IV)- оксиднинг концентрдланган хлорид кислота билан ўзаро таъсир реакциясининг тенгламасини тузиш (лабораторияда шу реакция ёрдамида хлор олинади). Реакциянинг бошланғич ва охириги моддаларининг формулаларини ёзамиз:



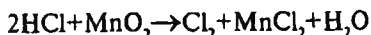
Атомлар оксидланиш даражаларининг реакциягача ва ундан кейин ўзгаришини кўрсатамиз:



Бу реакция оксидланиш-қайтарилиш реакцияси, чунки хлор ва марганец атомларининг оксидланиш даражалари ўзгаради. HCl — қайтарувчи, MnO₂ — оксидловчи. Электронли тенгламалар тузамиз:

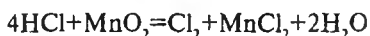


ҳамда қайтарувчи ва оксидловчи олдидаги коэффициентларни топамиз. Улар тегишлича 2 ва 1 га тенг. Коэффициент 2 (1 эмас) шунинг учун қўйиладики, оксидланиш даражаси — 1 бўлган 2 та хлор атоми 2 та электрон беради. Бу коэффициент электрон тенгламада қўйилган.



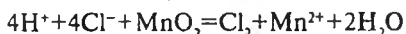
Реакцияга киришадган бошқа моддалар учун коэффициентлар топамиз. Электрон тенгламалардан кўриниб турибдики, 2 моль HCl га 1 моль MnO₂ тўғри келади. Лекин ҳосил бўладиган икки зарядли марганец ионини боғлаш учун яна 2 моль кислота зарурлигини эътиборга олиб қайтарувчи олдида коэффи-

коэффициент 4 ни қўйиш керак. Бунда 2 моль сув олинади. Реакциянинг то'ғри кўриниши қуйидагича бўлади:

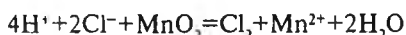


Тенгламанинг тўғри ёзилганлигини текширишда бирор элемент, масалан хлор атомларининг сонини санаш билан кифойатланиш мумкин: чап томонда 4 та ва ўнг томонда $2+2=4$ та.

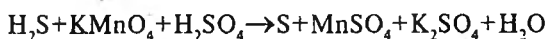
Электронлар баланси усулида реакцияларнинг тенгламалари молекуляр шаклда ифодалангани учун уларни тузиб ва текшириб кўргандан кейин ионли шаклда ёзиш керак. Тузилган тенгламани ионли шаклда қайта ёзамиз:



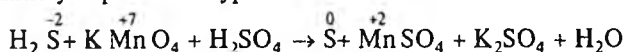
ва иккала қисмдаги бир хил ионлар (уларнинг тагига чизилган) қисқартирилгандан кейин қуйидагини оламиз:



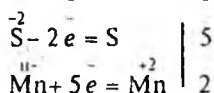
3- мисол. Водород сульфиднинг озгина кислота қўшилган калий перманганат эритмаси билан ўзаро таъсир реакциясининг тенгламасини тузиш. Реакциянинг схемасини — бошланғич моддалар билан ҳосил бўладиган моддаларнинг формудаларини ёзамиз:



Сўнгра атомлар оксидланиш даражаларининг реакциядан олдин ва кейин ўзгаришини кўрсатамиз:

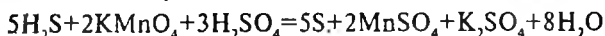


Олтингургурт билан марганец атомларининг оксидланиш даражалари ўзгаради (H_2S — қайтарувчи, KMnO_4 — оксидловчи). Электронли тенглама тузамиз, яъни электронлар бериш ва бириктириб олиш жараёнларини тасвирлаймиз:



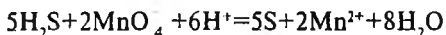
Ва ниҳоят, оксидловчи ҳамда қайтарувчи олдидаги коэффициентларни топамиз, сўнгра реакцияга киришаётган бошқа моддаларга коэффициентлар топамиз. Электронли тенгламалардан кўриниб турибдики, 5 моль H_2S ва 2 моль KMnO_4 олиш керак, бу ҳолда 5 моль S атомлари ва 2 моль MnSO_4 олинади. Бундан ташқари, тенгламанинг чап ва ўнг қисмларидаги атомларни таққослаб, 1 моль K_2SO_4 билан 8 моль сув ҳам ҳосил бўлишини аниқлаймиз.

Реакциянинг якуний тенгламаси қуйидагича бўлади:



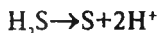
Тенглама тўғри ёзилганлиги бирор элемент, масалан кислород атомларининг сонини ҳисоблаш орқали тасдиқланади: чап қисмида $2 \cdot 4 + 3 \cdot 4 = 20$ та ва ўнг қисмида $2 \cdot 4 + 4 + 8 = 20$ та.

Тенгламани ионли кўринишда қайта ёзамиз:

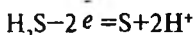


Маълумки, реакциянинг тўғри ёзилган тенгламаси моддалар массасининг сақланиш қонунининг ифодаси ҳисобланади. Шунинг учун бир хил атомларнинг бошланғич моддалардаги ва реакция маҳсулотларидаги сони бир хил бўлиши керак. Зарядлар ҳам сақланиб қолиши лозим. Бошланғич моддалардаги зарядлар йиғиндиси реакция маҳсулотларидаги зарядлар йиғиндисига доимо тенг бўлиши керак.

Ярим реакциялар усули, яъни ион-электронли усул. Номи-дан кўриниб турибдики, бу усул оксидланиш жараёни ва қайтарилиш жараёни учун ионли тенгламаларни тузиш ва кейин уларни умумий тенглама тарзида бирлаштиришга асосланган. Мисол тариқасида электрон баланс усулини тушунтиришда фойдаланилган реакциянинг тенгламасини тузамиз (3- мисолга қ.) Озроқ кислота қўшилган калий перманганат KMnO_4 эритмаси орқали водород сульфид H_2S ўтказилганда пушти ранг йўқолади ва эритма лойқаланади. Тажириба шуни кўрсатадики, эритма элементар олтингугурт ҳосил бўлиши, яъни қуйидаги жараён содир бўлиши натижасида лойқаланади:

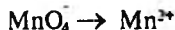


Бу схема атомлар сони жиҳатдан тенглаштирилган. Зарядлар сони жиҳатдан тенглаштириш учун схеманинг чап қисмидан иккита электронни олиш керак, шундан кейингина стрелкани тенглик аломати билан алмаштириш мумкин:

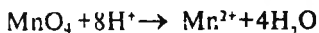


Бу биринчи ярим реакция — қайтарувчи H_2S нинг оксидланиш жараёни.

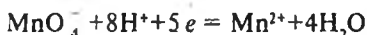
Эритманинг рангсизланиши MnO_4^- ионнинг (у пушти рангли) Mn^{2+} ионига (деярли рангсиз ва концентрацияси катта бўлгандагина оч пушти рангли бўлади) айланиши билан боглиқ. буни ушбу схема билан ифодалаш мумкин:



Кислотали эритмала MnO_4^- ионлари таркибига кирадиган кислород водород ионлари билан биргаликда пировард оқибатда сульфат ҳосил қилади. Шу сабабли юқоридаги жараёни шундай ёзамиз:

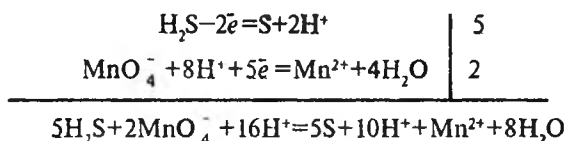


Стрелкани тенглик ишорасига алмаштириш учун зарядларни ҳам тенглаштириш керак. Бошланғич моддаларда еттита мусбат заряд (7+), охирги маҳсулотларда эса — иккита мусбат заряд (+2) бўлганлиги сабабли зарядларнинг сақланиш шартини бажариш учун схеманинг чап қисмига бешта электрон қўшиш лозим:

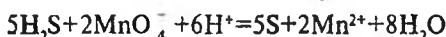


Бу иккинчи ярим реакция — оксидловчининг, яъни перманганат-ионнинг MnO_4^- қайтарилиш жараёнидир.

Реакциянинг умумий тенгламасини тузиш учун олдин берилган ва бириктириб олинган электронлар сонини тенглаштириб, сўнгра ярим реакцияларнинг тенгламаларини ҳадма-ҳад қўшиш керак. Бунда энг кичик кўпайтувчини топиш қоидалари асосида тегишли кўпайтувчилар аниқланади, сўнгра ярим реакцияларнинг тенгламалари шуларга кўпайтирилади. Буларни қисқартирилган ҳолда шундай ёзиш мумкин:

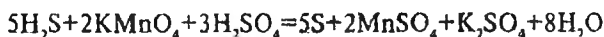
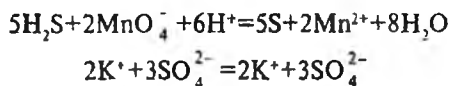


Тенгламанинг иккала қисмини 10H^+ га қисқартирсак, якуний тенглама олинади:



Ионли кўринишда тузилган тенгламанинг тўғрилигини текшириб кўрамиз: чап қисмида кислород атомларининг сони 8; зарядлар сони чап қисмида $(2-) + (6+) = 4+$, ўнг қисмида $2(2+) = 4+$. Тенглама тўғри тузилган, чунки атом ва зарядлар сони иккала томонида ҳам бир хил.

Ярим реакциялар методи билан реакциянинг ионли шаклдаги тенгламаси тузилади. Ундан молекуляр шаклдаги тенгламага ўтиш учун қуйидагича иш юритилади: ионли тенгламанинг чап қисмидаги ҳар қайси анионига тегишли катион, ҳар қайси катионга — анион танланади. Сўнгра худди шунча сондаги ионларни тенгламанинг ўнг қисмига ёзамиз, шундан кейин ионларни молекула ҳолида бирлаштирамиз:



Шундай қилиб, оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг

тенгламаларини ярим реакциялар усули ёрдамида тузиш электронлар баланси усулидаги каби натижага олиб келади.

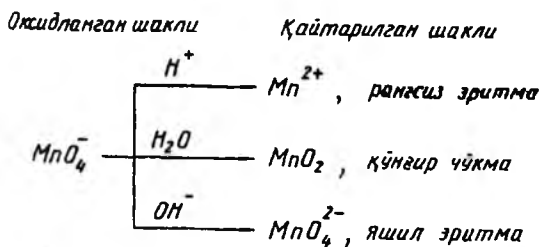
Иккала усулни таққослаб кўрамиз. Электронлар баланси усулига қараганда ярим реакциялар усулининг афзаллиги шундаки, бу усулда гипотетик ионлар эмас, балки ҳақиқий мавжуд ионлар қўлланилади. Ҳақиқатан ҳам,

эритмада $\overset{+7}{\text{Mn}}, \overset{+6}{\text{Cr}}, \overset{+6}{\text{S}}, \overset{+4}{\text{S}}$ ионлар йўқ, балки MnO_4^- , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$,

CrO_4^{2-} , SO_4^{2-} ионлар бор. Ярим реакциялар усулида атомларнинг оксидланиш даражаларини билиш шарт эмас. Ярим реакцияларнинг алоҳида ионли тенгламаларини ёзиш гальваник элементдаги ва электролиз пайтида кимёвий жараёнларни тушуниб олиш учун зарурдир. Бу усулда барча жараённинг фаол иштирокчиси бўлган муҳитнинг роли яққол кўринади (7.4- § га қ.). Ниҳоят, ярим реакциялар усулидан фойдаланилганда олинадиган барча моддаларни билиш шарт эмас, улар тенгламани келтириб чиқариш вақтида пайдо бўлади. Шунинг учун ярим реакциялар усулини афзалроқ билиб, сувдаги эритмаларда борадиган барча оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тенгламаларини тузишда ана шу усулни татбиқ этиш керак.

7.4- §. Реакцияларнинг боришига муҳитнинг таъсири

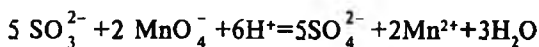
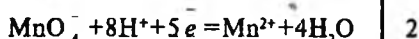
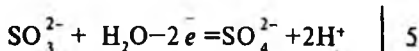
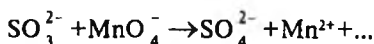
Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари турли муҳитда: кислотали (ортиқча H^+ ионлар), нейтрал (H_2O) ва ишқорий (ортиқча OH^- ионлар) муҳитларда бориши мумкин. Муҳит қандайлигига қараб бир хил моддалар орасидаги реакцияларнинг бориш хусусияти ўзгариши мумкин. Муҳит атомлар оксидланиш даражаларининг ўзгаришига таъсир этади. Масалан, MnO_4^- иони кислотали муҳитда Mn^{2+} га, нейтрал муҳитда MnO_2 га, ишқорий муҳитда — MnO_4^{2-} га қадар қайтарилади. Бу ўзгаришларни схема тарзида шундай кўрсатиш мумкин:



Одатда эритмада кислотали муҳит ҳосил қилиш учун сульфат кислотадан фойдаланилади. Нитрат ва хлорид кислоталар камдан-кам ҳолларда ишлатилади: буларнинг биринчиси оксидловчи ҳисобланади, иккинчиси оксидланиши мумкин. Ишқорий муҳит ҳосил қилиш учун калий ёки натрий гидроксилларнинг эритмалари ишлатилади.

Юқорида келтирилган схемага асосланиб, ярим реакциялар усули билан натрий сульфит Na_2SO_3 нинг (қайтарувчи) калий перманганат KMnO_4 билан (оксидловчи) турли муҳитларда ўзаро таъсир этиш реакцияларининг тенгламаларини тузамиз (1 — 3 мисоллар).

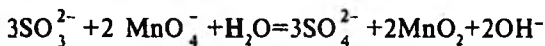
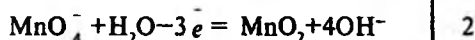
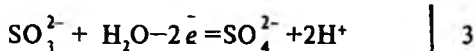
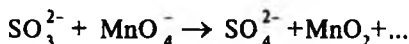
1- мисол. Кислотали муҳитда:



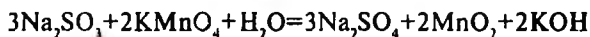
ёки



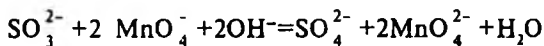
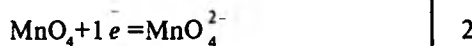
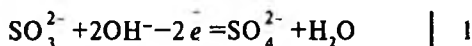
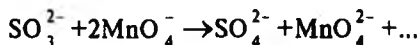
2- мисол. Нейтрал ёки кучсиз ишқорий муҳитда:



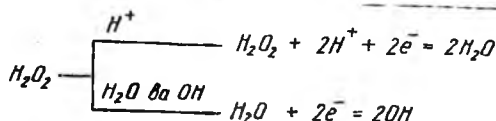
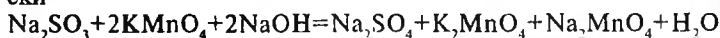
ёки



3- мисол. Кучли ишқорий муҳитда:

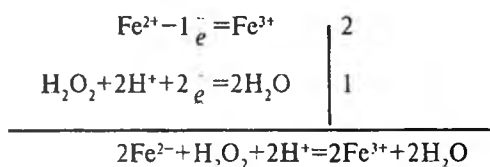


ёки

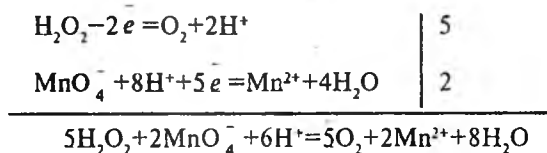
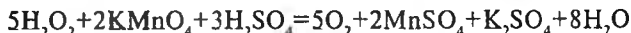


Водород пероксид муҳитга боғлиқ ҳолда ушбу схемага мувофиқ қайтарилади:

Бу ерда H_2O_2 оксидловчи сифатида бўлади. Масалан:



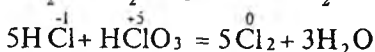
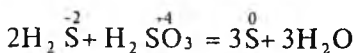
Лекин, водород пероксид KMnO_4 каби жуда кучли оксидловчи билан тўқнашганда қайтарувчи сифатида бўлади. Масалан:



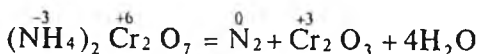
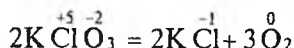
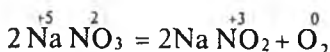
7.5- §. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг турлари

Одатда оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг уч турли молекулалараро, ички молекуляр ва диспропорцияланиш реакциялари бўлади.

Молекулалараро реакцияларга оксидловчи билан қайтарувчи турли моддаларда бўладиган реакциялар кириadi. 7.3- § ва 7.4- § ларда кўриб чиқилган реакциялар ана шу турга кириadi. Битта элементнинг атомлари турли хил оксидланиш даражаларини бўладиган ҳар хил моддалар орасидаги реакцияларни ҳам ана шу турга кириатиш керак:



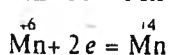
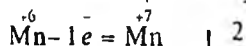
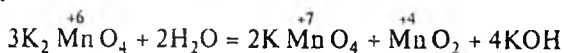
Ички молекуляр реакцияларга оксидловчи билан қайтарувчи битта модданинг ўзида бўладиган реакциялар киради. Бу ҳолда оксидланиш даражаси мусбатроқ бўлган атом оксидланиш даражаси кичикроқ бўлган атомни оксидлайди. Термик парчаланиш реакциялари ана шундай реакцияларга киради. Масалан:



Гаркибидаги битта элементнинг атомлари турли хил оксидланиш даражаларига эга бўладиган моддаларнинг парчаланишини ҳам ана шундай реакциялар қаторига киритиш керак:

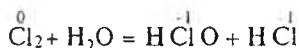
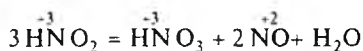


Диспропорцияланиш* реакциясининг боришида битта элемент атомларининг оксидланиш даражалари бир вақтнинг ўзида ортади ҳам камаяди. Бунда бошланғич модда ҳосил қилган бирикмаларнинг бирида атомларнинг оксидланиш даражалари юқори, иккинчисида эса пастроқ бўлади. Равшанки, бундай реакциялар молекуласида оралиқ оксидланиш даражасига эга бўлган атомлар бор моддалардагина бўлади. Мисол тариқасида молекуласидаги марганец о р а л и қ оксидланиш даражаси +6 га эга бўлган (+7 билан +4 орасида) калий манганат K_2MnO_4 нинг ўзгаришини кўрсатиш мумкин. Бу тузнинг эритмаси чиройли тўқ яшил тусли (MnO_4^- ионнинг ранги) бўлади, лекин эритманинг ранги қўнғирга ўзгаради. Бу MnO_2 чўкмаси тушиши ва MnO_4^- иони ҳосил бўлиши туфайлидир. Қуйидагича реакция содир бўлади:



* Диспропорция — мутаносибликнинг йўқлиги, номутаносиб.

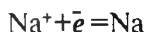
Куйидаги кўп учрайдиган реакциялар ҳам диспропорцияланиш реакциялари қаторига киради:



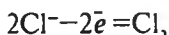
Илгари диспропорцияланиш реакциялари ўз-ўзидан оксидланиш — ўз-ўзидан қайтарилиш реакциялари дейилар эди, ҳозир бундай аташ деярли қўлланилмайди.

7.6- §. Электролизнинг моҳияти

Электролитларнинг эритмалари ва суюқланмаларида ҳар хил ишорали ионлар (катионлар ва анионлар) бўлади, улар суюқликнинг барча заррачалари каби тартибсиз ҳаракатда бўлади. Агар электролитнинг шундай эритмаси ёки суюқланмасига, масалан, натрий хлориднинг суюқланмасига (NaCl 801°C да суюқланади) инерт (кўмир) электродлар ботирилса ва ўзгармас электр токи ўтказилса, у ҳолда ионлар электродларга: Na^+ катионлари — катодга, Cl^- анионлари — анодга томон ҳаракатланади (7.2- расм). Na^+ ионлари катодга етгандан кейин ундан электронлар олади ва қайтарилади:

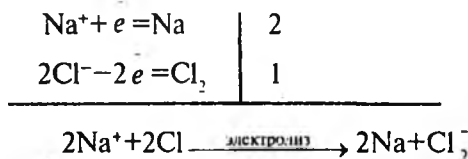


хлорид-ионлар Cl^- эса электронларни анодга бериб оксидланади:

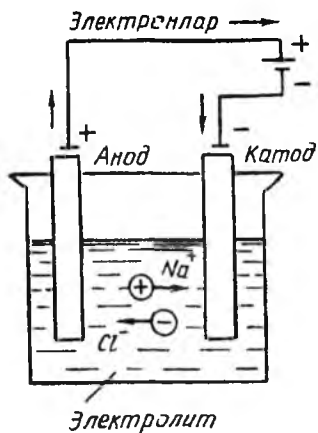


Натижада катодда натрий метали, анодда эса хлор ажралиб чиқади.

Агар энди бу икки электрод реакцияларини ҳадлаб қўшсак (олдиндан биринчисини 2 га кўпайтириб), у ҳолда натрий хлорид электролизининг умумий тенгламасини оламыз:



* Стрелка тепасидаги «электролиз» сўзи бу жараён электр токи ўтказилгандагина содир бўлишини кўрсатади.

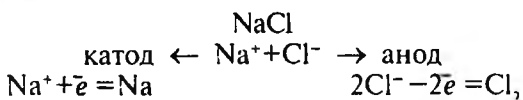


7.2- расм. NaCl суюқланмасы-
ни электролиз қилиш схемасы.

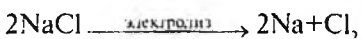
да оксидланиш реакцияларининг амалға ошишидан иборат. Бунда катод катионларға электронлар беради, анод эса анионлардан электронлар бириктириб олади.

Электр токининг қайтарувчилик ва оксидловчилик таъсири кимёвий қайтарувчи ва оксидловчиларнинг таъсиридан кўп марта кучлироқдир. Масалан, ҳеч қандай кимёвий оксидловчи фторид-ион F^- дан электронини тортиб ололмайди. Шу сабабли фторнинг бирикмалари табиатда кенг тарқалганлигига қарамай фторни эркин холда олишнинг иложи бўлмайди. Калий фториднинг фторид кислотдаги эритмасы электролиз қилингандагина фторид-иондан электронини тортиб олишга муваффақ бўлилади. Бунда анодда фтор $2F^- - 2e^- = F_2$, катодда эса водород ($2H^+ + 2e^- = H_2$) ажралиб чиқади.

Электролизнинг моҳиятини схема ёрдамида тасвирлаш қулай, бу схема электролитнинг диссоциланишини, ионларнинг ҳаракатланиш йўналишини, электродлардаги жараёнлари ва ажралиб чиқадиган моддаларни кўрсатади. Натрий хлорид суюқланмасы электролизининг схемасы қуйидагича бўлади:



ёки



Бу реакция оксидланиш-қайтарилиш реакцияси ҳисобланади: анодда оксидланиш жараёни, катодда — қайтарилиш жараёни содир бўлади.

Электролитнинг суюқланмасы ёки эритмасы орқали электр токи ўтганида электродларда содир бўладиган оксидланиш-қайтарилиш жараёни электролиз дейилади.

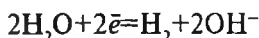
Электролизнинг моҳияти электр энергияси ҳисобига кимёвий реакцияларнинг — катодда қайтарилиш ва анодда

Электролизни ўтказиш учун электродлар электролитнинг суюқданмаси ёки эритмасига ботирилади ва улар ўзгармас ток манбаига уланади. Электролиз ўтказиладиган асбоб *электролизёр* ёки электролитик ванна дейилади (7.2- расм).

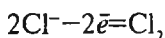
7.7- §. Электролитлар сувдаги эритмаларининг электролизи

Суюқдантирилган электролитларнинг электролизи билан электролитлар эритмаларининг электролизини бири-биридан фарқлаш лозим. Электролитлар эритмаларининг электролизи жараёнларида сув молекулалари ҳам иштирок этиши мумкин.

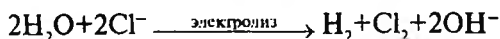
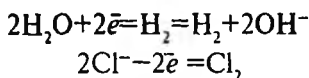
Мисол тариқасида натрий хлориднинг сувдаги концентранган эритмасининг электролизини (кумир электродларда) кўриб чиқамиз. Бу ҳолда эритмада гидратланган Na^+ ва Cl^- ионлари, шунингдек, сув молекулалари бўлади. Эритма орқали электр токи ўтганида Na^+ катионлари катодга, хлорид-иондан Cl^- анодга томон ҳаракатланади. Лекин электродларда содир бўладиган реакциялар туз су-
юқданмасида борадиган реакциялардан катта фарқ қилади. Масалан, катодда натрий ионларининг ўрнига сув молекулалари қайтарилади:



анодда эса хлорид-ионлар оксидланади:



Натижада катодда водород, анодда — хлор ажралиб чиқади, эритмада эса (катод яқинида) натрий гидроксид NaOH тўпланади (OH^- ионларнинг манфий зарядини Na^+ ионларининг мусбат заряди қоплайди). NaCl сувдаги эритмаси электролизнинг умумий тенгламаси ионли кўринишд қуйидагича бўлади.



ёки молекуляр кўринишда:



Катод ва анодда борадиган жараёнлар. Сувдаги эритмаларда катодда қайтарилиш жараёни қандай содир бўлади?

Бу саволга *стандарт электрод потенциаллар қатори* (12.1-жадвалга қ.) ёрдамида жавоб топиш мумкин. Бу ерда уч хил ҳол бўлиши мумкин:

1) стандарт электрод потенциали водородникдан катта бўлган металлларнинг (Cu^{2+} дан Au^{3+} гача) катионлари электролизда катодда деярли тўлиқ қайтарилади;

2) стандарт электрод потенциали кичик бўлган металлларнинг (Li^+ дан Al^{3+} гача) катионлари катодда қайтарилмайди, уларнинг ўрнига сув молекулалари қайтарилади;

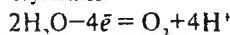
3) стандарт электрод потенциали водородникдан кичик, лекин алюминийникдан катта бўлган металлларнинг (Al^{3+} да H^+ гача) катионлари электролиз вақтида катодда сув молекулалари билан бирга қайтарилади.

Агар сувдаги эритма таркибида турли хил металлларнинг катионлари бўлса, у ҳолда электролиз вақтида катодда улар металл стандарт электрод потенциалининг алгебраик қиймати камайиб бориш тартибида ажралиб чиқади. Масалан, Ag^+ , Cu^{2+} , Fe^{2+} катионлар аралашмасидан дастлаб қумуш катионлари ($E^0 = \pm 0,80 \text{ В}$), сўнгра мис катионлари ($E^0 = \pm 0,34 \text{ В}$) ва охирида темир катионлари ($E^0 = -0,44 \text{ В}$) қайтарилади.

Анодда содир бўладиган реакцияларнинг хусусияти сув молекулаларининг бор-йўқлигига ва анод қандай моддадан ясалганлигига боғлиқ. Одатда анодлар эримайдиган ва эрийдиган анодларга бўлинади. Эримайдиганлари қўмир, графит, платина ва иридийдан ясалди; эрийдиганлари — мис, қумуш, рух, кадмий, никель ва бошқа металллардан ясалди.

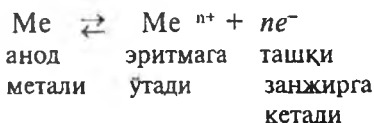
Э р и м а й д и г а н а н о д д а электролиз жараёнида анионлар ёки сув молекулалари оксидланади. Бунда

*Жуда суюлтирилган эритмаларда анодда хлор билан бирликда сув молекулаларининг оксидланиши ҳисобига кислород ҳам ажралиб чиқиши мумкин:



кислородсиз кислоталарнинг анионлари (масалан, S^{2-} , J^{-} , Br^{-} , Cl^{-}) концентрацияси етарли миқдорда бўлганда осон оксидланади. Агар эритма таркибида кислородли кислоталарнинг анионлари (масалан, SO_4^{2-} , NO_3^{-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-}) бор бўлса, у ҳолда анодда бу ионлар эмас, балки сув молекулалари оксидланиб, кислород ажралиб чиқади.

Э р и й д и г а н а н о д электролизда оксидланишга учрайди, яъни ташқи занжирга электронлар беради. Электронлар берилганда электрод билан эритма орасидаги мувозанат силжийди:



ва анод эрийди.

Электролитлар сувдаги эритмаларининг электролизига доир мисоллар 7.9- § да келтирилган.

7.8-§. Электролизнинг қўлланилиши

Электролиз анча кенг қўламда қўлланилади. Металл буюмларни коррозияланишдан муҳофаза қилиш учун ударнинг сиртига бошқа металлнинг — хром, кумуш, олтин, мис, никель ва ҳ. жуда юпқа қатлами қопланади. Баъзан кўп қатламли қоплама ҳам қилинади. Масалан, автомобилларнинг ташқи деталларига дастлаб юпқа мис қатлами, миснинг устидан юпқа никель қатлами, никель устидан эса хром қатлами қопланади.

Металлар сиртига электролиз йўли билан қопланган қопламлар қалинлиги бир хил, пухта бўлиб, узоқ вақт хизмат қилади; бундан ташқари, бу усул билан исталган шаклдаги буюмни қоплаш мумкин. Амалий электрокимёнинг бу тармоғи *гальваностегия* дейилади. Гальваник қопламлар коррозияланишдан сақлашдан ташқари баъзан буюмларга чиройли ташқи кўриниш бахш этади.

Электрокимёнинг моҳияти жиҳатидан гальваностегияга яқин яна бир тармоғи *гальванопластика* дейилади. Бу турли хил буюмлардан аниқ металл нусхалар олишдир. Нусхасини тайёрлаш талаб этилаётган буюм мум билан қопланади, мум қотирилади ва мумли матрица олинади; унда нусха олинаётган буюмнинг барча чуқур жойлари қабарик бўлиб чиқа-

ди. Матрицанинг ички юзаси электр токини ўтказадиган графитнинг юпқа қатлами билан қопланади. Бу графитли катод мис сульфат эритмаси солинган ваннага ботирилади; анод сифатида мис хизмат қилади. Электролиз вақтида мис анод эрийди, катодга эса мис ўтиради. Шундай қилиб буюмнинг аниқ юпқа мис нусхаси олинади. Гальванопластика ёрдамида босмаҳона клишелари, граммпластинкалар тайёрланади, турли хил буюмлар металлштирилади. Гальванопластикани рус олими Б. С. Якоби кашф этган (1838).

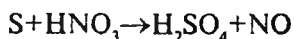
Электролиздан кўпчилик металлари — ишқорий металлар, ишқорий ер металлари, алюминий, лантаноидлар ва б. олиш учун, шунингдек, баъзи металлари аралашмалардан тозалаш учун фойдаланилади.

Кейинчалик кимёни ўрганиш давомида сиз электролиздан техникада, санъат ва турмушда фойдаланиладиган бошқа муҳим соҳаларини ҳам учратасиз.

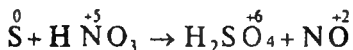
7.9- §. Намунавий масалалар ечиш

Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари

1- масала. Ушбу оксидланиш-қайтарилиш реакциясига коэффициентлар танланг:

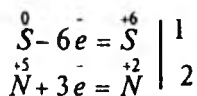


Ечиш. Коэффициентларни электронлар баланси усули билан топамиз. Элементларнинг оксидланиш даражаси ўзгаришини кўрсатамиз:

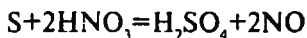


S — қайтарувчи, HNO₃ — оксидловчи.

Электронли тенгламаёлар тузамиз ва оксидловчи, қайтарувчи ҳамда уларнинг қайтарилиш ва оксидланиш маҳсулотлари олдида қўйиладиган коэффициентларни топамиз:



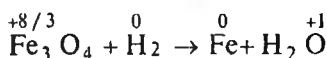
Олинган коэффициентларни реакциянинг схемасига қўямиз:



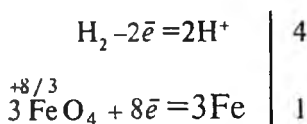
Реакция тенгламаси тўғри ёзилгандигини текшириб кўрамиз. Тенгламанинг чап қисмидаги ҳар қайси элемент атомларининг сони шу атомларнинг тенгламанинг ўнг қисмидаги сонига тенг. Демак, тенглама тўғри тузилган.

2- масала. Fe_3O_4 нинг водород билан қайтарилиш реакциясининг тенгламасини тузинг.

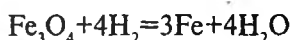
Ечиш. Жараённинг схемасини ёзиб, элементларнинг оксидланиш даражаларининг ўзгаришини кўрсатамиз:



Электронли тенгламалар тузамиз:



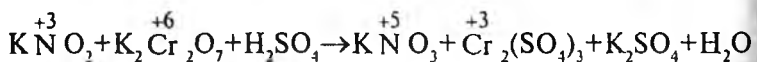
Топилган коэффициентларни жараённинг схемасига қўйиб, стрелкани тенглик аломатига алмаштирамиз:



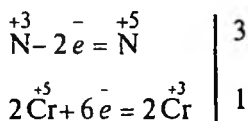
3- масала. Ушбу оксидланиш-қайтарилиш реакциясининг схемасига коэффициентлар тенланг:



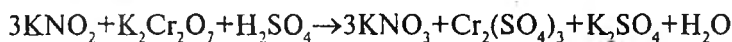
1- ечим. Коэффициентларни электронлар баланси усули билан топамиз. Реакциянинг схемасини ёзиб, элементлар оксидланиш даражаларининг ўзгаришларини кўрсатамиз:



Бу ерда KNO_2 қайтарувчи, калий дихромат эса — оксидловчи бўлади. 1 моль $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ билан 1 моль $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ таркибида 2 молдан атомар хром борлигини назарда тутиб, электрон тенгламалар тузамиз:



Қайтарувчи KNO_2 ва унинг оксидланиш маҳсулоти KNO_3 ҳамда оксидловчи $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ва унинг қайтарилиш маҳсулоти $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ учун топилган коэффициентларни реакция схемасига қўямиз:



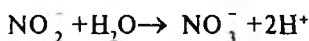
Қолган коэффициентларни қуйидагича кетма-кетликда танлаш йўли билан топамиз: туз (K_2SO_4), кислота (H_2SO_4), сув. Реакциянинг якуний тенгламаси қуйидагича бўлади:



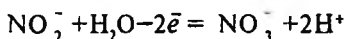
Коэффициентлар тўғри танланганлигини текшириб кўриш учун тенгламанинг чап ва ўнг қисмларидаги кислород атомларининг сонини ҳисоблаб чиқамиз. Чап қисмида: $3 \cdot 2 + 7 \cdot 4 = 29$. Ўнг қисмида: $3 \cdot 3 + 3 \cdot 4 + 4 + 4 = 29$.

2- ечим. Коэффициентларни ярим реакциялар усули билан топамиз (факультатив).

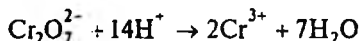
Биринчи ярим реакцияда қайтарувчи — нитрит-ион NO_2^- — нитрат-ион NO_3^- га айланади, бунда у сув молекуласидан кислороднинг битта атомини тортиб олади:



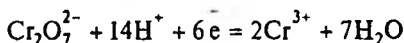
Зарядлар сонини тенглаштирсак, қуйидаги олинади:



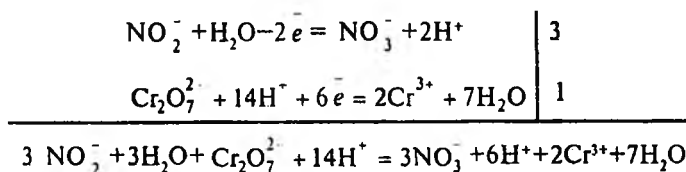
Иккинчи ярим реакцияда оксидловчи — $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ иони Cr^{3+} ионга айланади, яъни кислотали муҳитда кислороднинг 7 атоми 14 та водород иони билан боғланади ва сув ҳосил қилади:



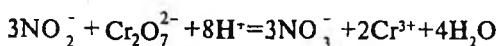
Зарядларни тенглаштиргач, қуйидагини оламыз:



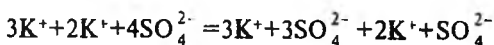
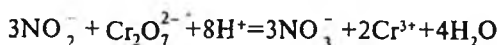
Реакциянинг йиғинди ионли тенгламасини тузамиз:



Тенгламанинг чап ва ўнг қисмларидан бир хил сондаги водород ионлари ҳамда сув молекулаларини қисқартириб, қуйидагини оламиз:



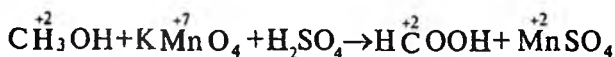
Тенгламанинг чап ва ўнг қисмларига бир хил сондаги ионларни қўшсак, реакциянинг молекуляр кўринишдаги тенгламасини оламиз:



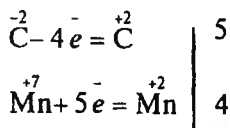
4- масала. Органик бирикмалар иштирок этадиган ушбу оксидланиш-қайтарилиш реакциясига коэффицентлар танланг:



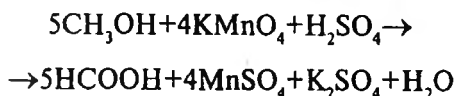
Ечиш. Реакция схемасини тузамиз ва қайтарувчининг, оксидловчининг ҳамда уларнинг оксидланиш ва қайтарилиш маҳсулотларининг молекулаларидаги атомларнинг оксидланиш даражаларини кўрсатамиз:



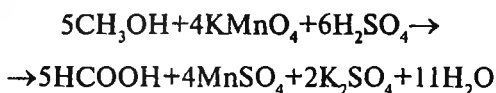
Бундан кўриниб турибдики, CH_3OH — қайтарувчи, KMnO_4 — оксидловчи. Электрон тенгламалар тузамиз:



ва реакция схемасига коэффицентлар қўямиз:



Қолган коэффицентларни одатдаги кетма-кетликда танлаш йўли билан топамиз: K_2SO_4 , H_2SO_4 , H_2O . Реакциянинг охириги тенгламаси қуйидагича бўлади:



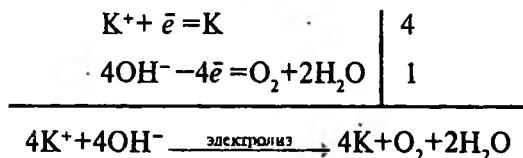
Суюқланма ва эритмаларнинг электролизи

1- масала. Ушбу моддалар: а) калий гидроксид, б) натрий сульфат суюқланмаларининг электролиз схемасини тузинг.

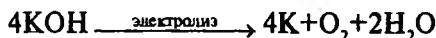
Ечиш. а) Суюқланмада калий гидроксид ионларга диссоциланади:



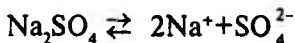
Суюқланма орқали электр токи ўтганида K^+ катионлари манфий электродга (катодга) томон ҳаракатланади ва электронлар бириктириб олади (қайтарилади). OH^- анионлари мусбат электродга (анодга) томон ҳаракатланади ва электронларини беради (оксидланади). Шундай қилиб, жараённинг схемаси қуйидаги кўринишда бўлади:



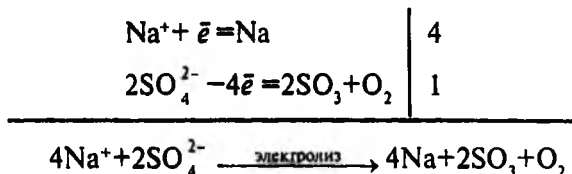
ёки



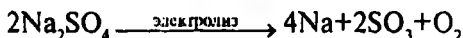
б) Натрий сульфат суюқланмада ионларга диссоциланади:



Электролиз жараёнининг схемаси:

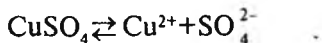


ёки

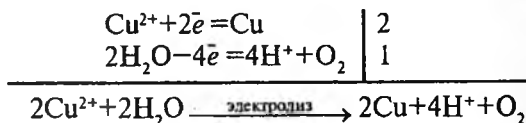


2- масала. Ушбу моддалар: а) мис сульфат; б) магний хлорид; в) калий сульфат сувдаги эритмаларининг электролизи схемасини тузинг. Барча ҳолларда электролиз кумир электродлардан фойдаланиб ўтказилади.

Ечиш. Мис сульфат эритмада ионларга диссоциланади:



Мис ионлари сувдаги эритмада катодда қайтарилиши мумкин. Сульфат-ионлар сувдаги эритмада оксидланмайди, шу сабабли анодда сув оксидланади (7.7- § га қ.). Электролизнинг схемаси:



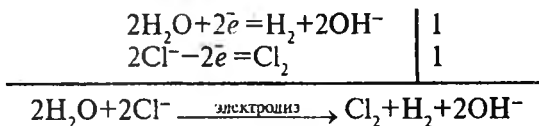
ёки



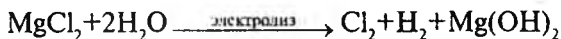
б) Магний хлориднинг сувдаги эритмада диссоциланиши:



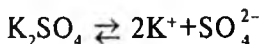
Магний ионлари сувдаги эритмада қайтарилма олмайди (сув қайтариллади), хлорид-ионлар оксидланади (7.7- § га қ.). Электролизнинг схемаси:



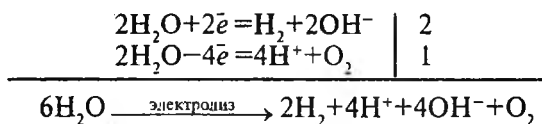
ёки



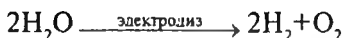
в) Калий сульфатнинг сувдаги эритмада диссоциланиши:



Калий ионлари ва сульфат-ионлар сувдаги эритмада электродларда зарядсизлана олмайди (7.7- § га қ.), демак, катодда сувнинг қайтарилиши, анодда — оксидланиши содир бўлади. Электролизнинг схемаси:

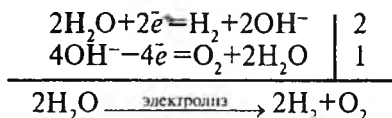


ёки, $4\text{H}^+ + 4\text{OH}^- = 4\text{H}_2\text{O}$ эканлигини (аралаштирилганда шу реакция амалга ошади) эътиборга олсак,



3- масала. Калий гидроксид эритмаси кўмир электродлар билан электролиз қилинганда анодда 25 мл газ ажралиб чиқди. Бунда катодда қанча газ ажралиб чиққан?

Ечиш. Калий катионлари сувдаги эритмада қайтарилмаслигини эътиборга олиб, электролиз жараёнининг схемасини тузамиз:



Шундай қилиб, анодда кислород, катодда — водород ажралиб чиқади. Анод ва катод орқали ўтган электр миқдори бир хил; бу ҳолда электролиз схемасидан кўринишича, ажралиб чиққан водороднинг моллар сони кислороднинг моллар сонидан икки марта кўп бўлади. Ўзгармас шароитларда бир моль ҳар қандай газнинг ҳажми ўзгармас катталиқ бўлгани учун ажралиб чиққан водороднинг ҳажми анодда ҳосил бўлган кислороднинг ҳажмидан икки марта кўп бўлиши, яъни $2 \cdot 25 \text{ мл} = 50 \text{ мл}$ бўлиши керак.

7- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УЛАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

7.1. Қуйидаги моддаларнинг қайсилари ҳам оксидловчи, ҳам қайтарувчи хоссаларни намоён қилади?

1) калий сульфат; 2) натрий сульфит; 3) сульфит ангидрид; 4) марганец(IV) оксид; 5) калий сульфид; 6) хром(III) оксид; 7) магний; 8) водород; 9) кислород; 10) бром.

А) 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9; В) 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10; С) 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10; Д) 1, 3, 5, 6, 7, 8; Е) 1, 5, 6, 8, 9, 10.

Ечиш. Тестнинг шартида қўйилган саволга жавоб берадиган элементлар ўзларининг энг пастки (одатда манфий оксидланиш даражасидаги металлмаслар ёки эркин ҳолдаги металллар) оксидланиш даражасида фақат қайтарувчилик хоссасига ва аксинча, энг юқори мусбат оксидланиш даражасига эга бўлган элементлар (металллар ва металлмаслар) фақат оксидловчи хусусиятига эга бўлади. Шундай элементларнинг барча оралиқ ҳолатдаги оксидланиш даражасига эга бўлган бирикмалари учун иккала хусусият ҳам хос бўлади (7.2- § га қаранг).

Тест шартида келтирилган элементлар ёки бирикмалар орасида S^{+4} (2- ва 3- моддалар) -2 , 0 ёки $+6$ ҳолатларга, Mn^{+4} (4- модда) 0 , $+2$, $+3$ ёки $+6$ ва $+7$ ҳолатларига, Cr^{+3} (6- модда) 0 , $+2$ ёки $+6$ ҳолатларига, N (8- модда) -1 ёки $+1$ ҳолатларга, кислород (9- модда) -2 , -1 ёки $+2$ ҳолатларга ва охириги элемент (10- модда) -1 ёки $+1$ дан $+7$ оксидланиш даражаларига ўтиши мумкин ва улар ҳаммаси тест шартини қаноатлантиради.

Жавоб. В бўлади.

7.2. Иккита электролизёрнинг бирида алюминий хлориднинг, иккинчисида эса икки валентли элемент хлоридининг суюқланмалари бир-бири билан параллел уланиб электролиз жараёни ўтказилган. Биринчи электролизёр катодида $67,5$ г металл, иккинчисида эса 150 г металл ажралиб чиққан. Иккинчи идишда ажралиб чиққан элементнинг атом массасини ҳисобланг.

А) 24 В) 56 С) 64 D) 40 Е) 65

Ечиш. Фарадей қонунига биноан электродларда ажралиб чиққан моддаларнинг массаси (m) уларнинг эквивалентлиги ($\mathcal{E}$) ва электролизёрдан ўтган ток миқдори ($I \cdot t$ — ампер·сек)га тўғри пропорционал бўлади (физика курсида баён этилади):

$$m = \frac{\mathcal{E} \cdot I \cdot t}{96500}$$

Бу формуладаги 96500 кулон·секунд бир Фарадей ток кучига тенг. Шу миқдорда электр токи электродда 1 эквивалент моддани ажратиб чиқаради. Al учун $\mathcal{E} = \frac{27}{3} = 9$ г/моль

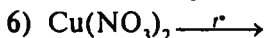
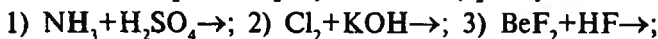
бўлади. Суюқланмадан ўтган токнинг миқдорини топа-
миз: токнинг миқдори $F = \frac{It}{96500}$ бўлса, $m = \mathcal{E}F$, яъни

$F = \frac{m}{\mathcal{E}} = 67,5 : 9 = 7,5$ Фарадей бўлади. Иккинчи электролизёрда
ажралиб чиққан металлнинг эквивалентини топамиз:

$\mathcal{E} = \frac{m}{F} = \frac{150}{7,5} = 20 \text{ г} = \text{эквивалент, атом массаси эса } A_r = \mathcal{E} \cdot \text{ва-}$
 $\text{лентлик} = 20 \cdot 2 = 40 \text{ (кальций) га тенг.}$

Жавоб: Д бўлади.

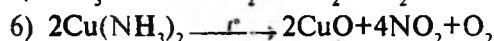
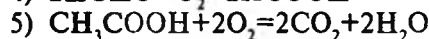
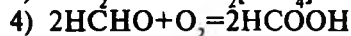
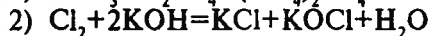
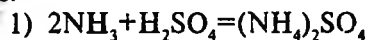
7.3. Чап томонлари келтирилган реакция маҳсулотлари-
дан қайсиларида элементларнинг валентлиги ок-
сидланиш даражаси рақамидан юқори бўлади?



А) 1,3,4 В) 2,3,6 С) 1,2,5 Д) 1,4,5 Е) 2,5,6.

Ечиш. Келтирилган тенгламаларни тўла ҳолга келтира-

миз:



Тестда қўйилган шартни биринчи реакция маҳсулоти
аммоний ионидаги азотнинг валентлиги (4) ва оксидланиш
даражалари (-3), учинчи реакция маҳсулотидаги бериллий
4 та фтор билан координацияда қатнашган, унда бериллий-
нинг валентлиги (4) оксидланиш даражаси (+2) дан катта.
Тўртинчи реакцияда чумоли кислотадаги углерод атомининг
валентлиги (4) оксидланиш даражасидан (+2) каттароқ
бўлади.

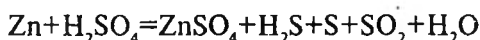
Жавоб: А бўлади.

7.4. Концентрланган сульфат кислота билан рух кукуни

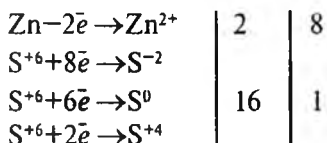
орасидаги реакцияни оҳиста қиздирилганда эритма лойқа ланади ва палағдаги тухум ҳиди ҳамда олтингугурт (IV) оксид ҳиди сезилади. Шу реакция тенгламасидаги моддалар олдидаги коэффицентлар йиғиндисини аниқланг.

А) 37 В) 40 С) 44 D) 49 Е) 52.

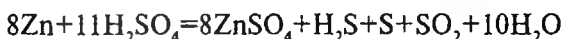
Ечиш. Реакция тенгламаси:



унинг электрон силжиш схемасини тузамиз



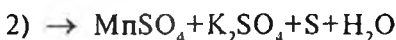
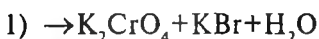
Схемада топилган рақамларни моддалар коэффицентлари сифатида тегишли моддалар олдида қўямиз:



Коэффицентлар йиғиндисини 40 га тенг экан.

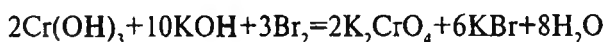
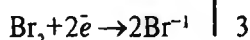
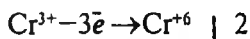
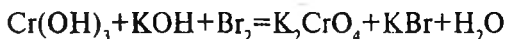
Жавоб: В бўлади.

7.5. Куйида келтирилган реакция тенгламаларининг чап томонини тикланг ва уларнинг иккала томонидаги коэффицентлар йиғиндилари нисбатларини топинг.

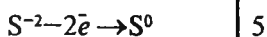
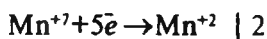
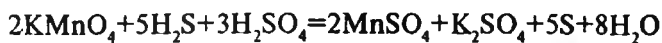


А) 26:31 В) 27:30 С) 28:31 D) 31:26 Е) 33:24

Ечиш. Биринчи реакция хром(III) бирикмаси ишқорий муҳитда бром таъсирида оксидланиш реакциясига тегишли



Иккинчи реакция KMnO_4 билан водород сульфид орасидаги реакция тенгламасига тегишли:



Коеффициентлар йиғиндилари биринчи реакцияда 31, иккинчи реакцияда эса 26 га тенг. Уларнинг нисбатлари 31:26 га тенг экан.

Жавоб: D бўлади.

8- Б О Б. ВОДОРОД ГАЛОГЕНЛАР

8.1- §. Металлмасларнинг умумий хоссалари

Металлмаслар учун хоссаларининг умумийлигидан кўра бир-биридан фарқи кўпроқ хосдир. Шу сабабли дарсликларда одатда металлмасларнинг умумий обзори берилмайди. Лекин бу уларнинг хоссаларига умумий баҳо бериб бўлмайди, деган гап эмас.

Барча металлмаслар учун хос бўлган хусусиятларни аниқлаш учун аввало уларнинг Д. И. Менделеев элементлар даврий системасидаги жойлашган ўрнига эътибор бериш ва атомларнинг ташқи энергетик поғонасидаги электронлар сонини аниқлаш лозим. Металлмаслар асосан кичик ва катта даврларнинг охирида жойлашади, улар атомларининг ташқи электронлар сони эса бош группачалардаги барча элементлар атомларида бўлгани каби группа номерига тенг. Маълумки, даврда электронлар бириктириб олиш хусусияти нодир газга яқинлашган сари, группада эса — атомнинг радиуси камайган сари, бошқача айтганда пастдан юқорига томон ортиб боради.

Ташқи электронлар поғонасини тугаллаш учун металлмасларнинг атомлари электронлар бириктириб олади ва оксидловчилар ҳисобланади. Улар орасида электронларни энг шиддатли бириктириб оладиган фтор атомидир. Ўрта мактабда ўрганиладиган бошқа металлмас элементларда бу хусусият ушбу тартибда камайиб боради: О, Cl, N, S, C, P, H, Si. Бу элементларни атомларида электронлар бириктириб олиш хусусиятининг кама-

				H	He
B	C	N	O	F	Ne
	Si	P	S	Cl	Ar
		As	Se	Br	Kr
			Te	I	Xe
				At	Rn

йиб бориши улар нисбий электрманфийликлари қиймати-нинг (2.2- жадвалга қ.) камайиб боришига мос келади. Шуни таъкидлаб ўтиш керакки, бу қаторда фтордан кейин хлор эмас, балки кислород атоми туради. Типик металлмас-лар металллар билан ўзаро таъсирлашиб, ион боғланишли би-рикмалар ҳосил қилади, масалан натрий хлорид NaCl , каль-ций оксид CaO , калий сульфид K_2S . Муайян шароитларда металлмаслар бир-бири билан реакцияга киришиб, ковалент боғланишли — қутбли ва қутбсиз ковалент боғланишли бирикмалар ҳосил қилади. Қутбли ковалент боғланишли бирикмаларга сув H_2O , водород хлорид HCl , аммиак NH_3 , қутбсизларига углерод (IV)- оксид CO_2 , метан CH_4 , бензол C_6H_6 мисол бўлади.

Металлмаслар водород билан учувчан бирикмалар ҳосил қилади, масалан водород фторид HF , водород сульфид H_2S , аммиак NH_3 , метан CH_4 . Галогенлар, олтингугурт, селен ва теллурнинг водородли бирикмалари сувда эриганида фор-мулалари шу водородли бирикмаларники каби бўлган кислоталар ҳосил қилади: HF , HCl , HBr , HI , H_2S , H_2Se , H_2Te .

Аммиак сувда эритилганда аммиакли сув ҳосил бўлади, одатда у NH_4OH формула билан ифодаланади ва аммоний гидроксид дейилади. Бу модда $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ формула билан ҳам белгиланади ва аммиак гидрати дейилади (10.3- § га қ.).

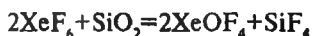
Металлмаслар кислород билан кислотали оксидлар ҳосил қилади. Улар баъзи оксидларда группа номерига тенг мак-симал оксидланиш даражасини намоён қилади (масалан SO_2 , N_2O_3), бошқаларида эса анча паст оксидланиш даражасини намоён қилади (масалан, SO_3 , N_2O_5). Кислотали оксидларга кислоталар мувофиқ келади; битта металлмаснинг кисло-родли иккита кислотаси орасида металлмас юқори оксид-ланиш даражасини намоён қиладиган кислотаси кучлироқ бўлади. Масалан, нитрат кислота HNO_3 нитрит кислота HNO_2 дан кучли, сульфат кислота H_2SO_4 эса сульфит кислота H_2SO_3 дан кучлироқ. Кислотанинг кучи унинг водород ионлари H^+ (аникроғи H_3O^+) ҳосил қилиш хусусияти билан аниқла-нишини эслатиб ўтамыз.

Нормал шароитда металлмаслардан водород, фтор, хлор, кислород, азот ва нодир газлар — булар газлар, бром — суюқлик, қолганлари — қаттиқ моддалардир.

Н о д и р г а з л а р кимёси ҳақида алоҳида тўхталиб

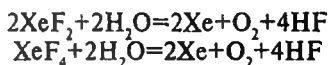
ўтиш керак. Улар атомларининг ташқи поғонасида 8 тадан (гелийда 2 та) электрон бўлади. Илгари бундай атомлар электронларини бермайди, бириктириб ҳам олмайди, умумий электронлар жуфти ҳам ҳосил қилмайди, деб ҳисобланар эди. Лекин 1962 йилдан нодир газнинг биринчи кимёвий бирикмаси — ксенон тетрафторид XeF_4 олинди, шундан кейин нодир газлар кимёси жадал суръатлар билан ривожлана бошлади. Айниқса ксенон кимёси маълумотларга бой, ксенон бирикмалари хоссалари жиҳатдан йоднинг тегишли бирикмаларига ўхшайди.

Ксенон фтор билан ўзаро таъсир эттирилганда тажриба шароитига қараб ксенон дифторид XF_2 , тетрафторид XeF_4 ёки гексафторид XeF_6 олинади. Одатдаги температурада буларнинг ҳаммаси — оқ рангли қаттиқ моддалар. Кимёвий жиҳатдан энг активи ксенон гексафторид XeF_6 . У қумтупроқ билан осон реакцияга киришади.

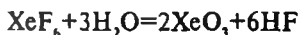


Бунда ҳосил бўладиган ксенон окситетрафторид XeOF_4 одатдаги температурада — учувчан рангсиз суюқлик.

Ксенон фторидларининг ҳаммаси сув билан ўзаро таъсирлашади. Бунда дифторид ва тетрафторид билан бўладиган реакцияларда ксенон, кислород ва водород фторид ҳосил бўлади:

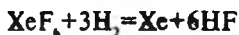


Лекин гексафторид сув билан реакцияга киришганда янги бирикма — ксенон (VI)- оксид ҳосил бўлади.



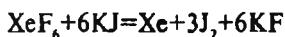
Ксенон (VI)- оксид XeO_3 — рангсиз кристалл модда, у қаттиқ ҳолатида анча портловчан бўлади (портлаш кучи жиҳатидан у тринитротолуолдан қолишмайди). Эритмада эса ксенон (VI) - оксид барқарор ва хавфсиздир.

Ксенон фторидлари — кучли оксидловчилар. Улар водород билан ўзаро таъсир эттирилганда ксенонга қадар қайтарилади. Шу сабабли, масалан, ушбу реакциядан.



тоза ксенон олиш учун фойдаланилади.

Ксенон фторидлари бошқа моддаларга нисбатан ҳам оксидланиш хоссаларини намоён қилади, масалан:

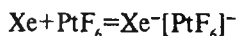


Ксенон фторидларидан кейин радон фторидини олишга муваффақ бўлинди. Лекин радон жуда радиактивлиги сабабли бу бирикма кам ўрганилган. Криптон фторидлари KrF_2 ва KrF_4 ҳам олинган, улар ҳам ксеноннинг шундай бирикмаларига қараганда беқарорроқдир. Неон, аргон ва гелийнинг бирикмалари олинмаган.

Кислородли бирикмалардан ксенон (VI)- оксид XeO_3 дан ташқари ксенон (VIII)- оксид XeO_4 ва уларга мувофиқ келадиган кислоталар — H_6XeO_6 ва H_4XeO_4 ҳам олинган. Бу кислоталарнинг ўзи беқарор бўлса ҳам уларнинг тузлари — ксенатлар (масалан, Na_4XeO_6 , Ba_3XeO_6) ва перксенатлар (масалан, Na_6XeO_6 , $BaXeO_6$) — хона температурасида анча барқарор кристалл моддалардир. Криптон кислотанинг тузлари — барий криптат $BaKrO_4$ ва б. ҳам олинган.

Шундай қилиб, нодир газлар ҳам реакцияга киришиб, одатдаги ковалент боғланишли бирикмалар ҳосил қила олади.

Шу билан бирга нодир газларнинг ион боғланишли кимёвий бирикмалари ҳам маълум. Нодир газларнинг атомларидан электронларни тортиб олиш учун платина гексафторид PtF_6 дан — фторга нисбатан ҳам кучли оксидловчи бўлган тўқ қизил рангли газдан фойдаланиб, нодир газларнинг ион боғланишли бирикмаларини олишга муваффақ бўлинди. Ксеноннинг платина гексафторид билан реакциясининг тенгламасини шундай ифодалаш мумкин:



Ҳосил бўлган ксенон гексафторплатинат — ионли кристалл панжарали, тўқ сариқ рангли қаттиқ модда.

Қуйида металлмаслар кирадиган бош группачалардаги элементлар хоссаларининг умумий тавсифи кўриб чиқилади. Булар — галогенлар, кислород, азот, углерод группачасидир. Фақат водород алоҳида кўриб чиқилади.

8.2- §. Водород

Водороднинг даврий системадаги ўрни. Водород даврий системада биринчи ўринга жойлашган ($Z=1$). Унинг атоми энг оддий тузилган: атом ядроси электрон булут билан қопланган. Электрон конфигурацияси $1s^1$.

Водород баъзи шароитларда металл хоссаларини (электронини беради), бошқа шароитларда эса металлмаслик хоссаларини намоён қилади (электрон бириктириб олади). Лекин хоссалари жиҳатдан у ишқорий металлларга қараган-

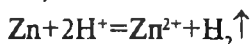
да галогенларга анча яқин туради. Шу сабабли водород Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг VII группасига жойлаштирилади, I группада эса водороднинг символи қавс ичига олиб ёзилади (2.9- § га қ.).

Табиатда учраши. Водород табиатда кенг тарқалган — сув, барча органик бирикмалар таркибида бўлади, эркин ҳолда айрим табиий газлар таркибида учрайди. Унинг ер пўстлоғидаги миқдори масса жиҳатдан 0,15% га етади (гидросферани ҳисобга олганда — 1%). Водород Қуёш массасининг ярмини ташкил этади.

Табиатда водород иккита изотопи — протий (99, 98%) ва дейтерий (0,02%) ҳолида учрайди. Шу сабабли одатдаги сув таркибида озроқ миқдорда оғир сув бўлади.

Олиниши. Л а б о р а т о р и я ш а р о и т и д а водород қуйидаги усуллар билан олинади.

1. Металлни (рухни) хлорид ёки сульфат кислоталарнинг эритмалари билан ўзаро таъсир эттириш (реакция Кипп аппаратида ўтказилади):

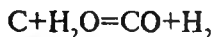


2. Сувни электролиз қилиш. Сувнинг электр ўтказувчанлигини ошириш учун унга электролит, масалан NaOH, H_2SO_4 ёки Na_2SO_4 қўшилади. Катодда 2 ҳажм водород, анодда — 1 ҳажм кислород ҳосил бўлади. Электролиз схемаси илгари (7.7- § га қ.) кўриб чиқилган.

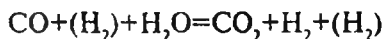
С а н о а т д а водород бир неча хил усуллар билан одинади.

1. KCl ёки NaCl нинг сувдаги эритмаларини электролиз қилишда қўшимча маҳсулот сифатида ҳосил бўлади (13.3- § га қ.).

2. Конверсия усули билан (конверсия — ўзгартириш) Дастлаб чўғланган кокс устидан 1000°C да сув бугларини ўтказиш йўли билан сув газини олинади:



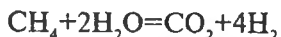
Сўнгра сув газининг мўл сув буглари билан аралашмасини 400 — 450°C гача қиздирилган катализатор Fe_2O_3 устида ўтказиб, углерод (II)- оксид углерод (IV)- оксидга қадаг оксидланади:



Ҳосил бўлган углерод (IV)- оксид сувга юттирилади. Са-

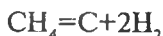
ноатда олинадиган водороднинг 50% дан кўпроғи ана шу усул билан олинади.

3. Метанни сув буғи билан конверсиялаш:



Реакция 1300°C да никель катализатор иштирокида боради. Бу усул табиий газлардан фойдаланишга ва энг арзон водород олишга имкон беради.

4. Метанни темир ёки никель катализатор иштирокида 350°C га қадар қиздириш:



5. Кокс газини ўта совитиш (−196°C га қадар). Бундай совитилганда водороддан бошқа барча газсимон моддалар суюқликка айланади (конденсацияланади).

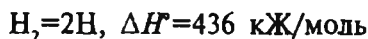
Физикавий хоссалари. Водород — энг енгил газ (у ҳаводан 14,4 марта енгил), рангсиз, таъмсиз ва ҳидсиз. Сувда кам эрийди (1 л сувда 20°C да 18 мл водород эрийди). — 252,8°C температура ва атмосфера босимида суюқ ҳолатга ўтади. Суюқ водород рангсиз.

Масса сони 1 бўлган водороддан ташқари масса сонлари 2 ва 3 бўлган изотоплари — дейтерий D ва тритий T ҳам бор.

Кимёвий хоссалари. Бирикмаларда водород доимо бир валентли бўлади. Унинг учун +1 га тенг оксидланиш даражаси хос, лекин металлларнинг гидридларида (қуйироққа қ.) у — 1 га тенг бўлади. Водороднинг молекуласи икки атомдан таркиб топган. Улар орасида боғланишнинг вужудга келиши умумлашган электронлар жуфти (ёки умумий электронлар булути) ҳосил бўлиши билан изоҳланади:



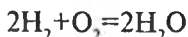
Электронларнинг ана шундай умумлашуви туфайли H_2 молекуласи унинг алоҳида атомларига қараганда энергетик жиҳатдан барқарор бўлади. 1 моль водороддаги молекулаларни атомларга ажратиш учун 436 кЖ энергия сарфлаш лозим:



Молекуляр водороднинг одатдаги температурада нисбатан актив эмаслигига сабаб ана шудир.

Водород кўпчилик металллар билан RH_4 , RH_3 , RH_2 , RH типдаги газсимон бирикмалар ҳосил қилади (даврий системага қ.).

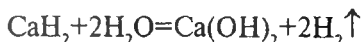
Водород кислородда ёнганда кўп миқдорда иссиқлик чиқади. Водород-кислород алангасининг температураси 3000°C га етади. Икки ҳажм водород билан бир ҳажм кислороднинг аралашмаси *қалдиरोқ газ* дейилади. Бу аралашма ўт олдирилганда қаттиқ портлайди. Водород кислородда ёнганда ҳам, қалдиरोқ газ портлаганда ҳам сув ҳосил бўлади:



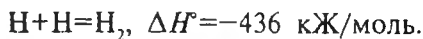
Водород билан ишлаганда ниҳоятда эҳтиёт бўлиш: дастлаб аппаратнинг герметиклигини, шунингдек, водороднинг ўт олдириш олдидан тозаллигини текшириб кўриш зарур.

Юқори температурада водород ишқорий металллар ва ишқорий-ер металллар билан бирикиб, оқ кристалл моддалар — *металларнинг гидридларини* (LiH , $NaNH$, KH , CaH_2 ва б.) ҳосил қилади. Бу бирикмаларда металл мусбат, водород — манфий оксидланиш даражасида бўлади.

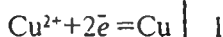
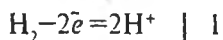
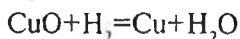
Металларнинг гидридлари сув таъсирида осон парчаланиб, тегишли ишқор билан водородни ҳосил қилади:



Атомар водороднинг реакцияга киришиш хусусияти жуда кучли бўлади: у хона температурасида металлларнинг оксидларини қайтаради, кислород, олтингугурт ва фосфор билан бирикади. Атомар водородда ишлайдиган горелка 4000°C дан юқори температура ҳосил қилади. Юқори температура ҳосил бўлишига сабаб қуйидагича экзотермик реакция содир бўлишидир:

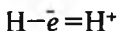


Водород қиздирилганда кўпчилик металлларни уларнинг оксидларидан қайтаради. Масалан:

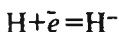


Бу реакцияда водород битта электронини (водород моле-

қуласи — иккита электронни) беради, у — қайтарувчи:



Лекин водород атоми битта электронни (молекуласи — иккита электронни) бириктириб олиши ҳам мумкин:



Бу ҳол, масалан, металлларнинг гидридлари ҳосил бўлишида рўй беради. Бу ҳолда водород — оксидловчи.

Ишлатилиши. Водороднинг ишлатилиши унинг физикавий ва кимёвий хоссаларига асосланган. У енгил газ сифатида азростатлар ва дирижаблларни тўлдириш учун (гелий билан аралашмаси) ишлатилади.

Водород юқори температура ҳосил қилиш учун ишлатилади: кислород-водород алангаси билан металл қирқилади ва пайвандланади. Ундан металлларнинг оксидларидан металлларни (молибден, вольфрам ва б.) олиш учун, кимё саноатида — ҳаво азотидан аммиак олиш учун ва кўмирдан сунъий суюқ ёнилғи олиш учун, озик-овқат саноатида — ёғларни гидрогенлаш учун (17.14- § га қ.) фойдаланилади. Водороднинг изотоплари — дейтерий билан тритий атом энергетикасида муҳим ёнилғи (термоядро ёнилғиси) сифатида ишлатилади.

8.3- §. Сув

Сув — водороднинг оксиди — энг кўп тарқалган ва муҳим моддалардан биридир. Ернинг сув эгаллаган сатҳи қуруқлик сатҳидан 2,5 марта катта. Табиатда тоза (соф) сув йўқ — унинг таркибида доимо қўшимчалар бўлади. Тоза сув ҳайдаш йўли билан олинади. Ҳайдалган сув *дистилланган* сув дейилади. Сувнинг таркиби (масса жиҳатидан): 11,19% водород ва 88,81% кислород.

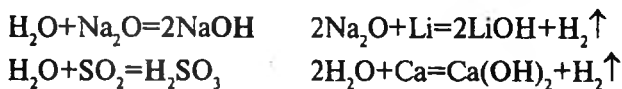
Физик хоссалари. Тоза сув шаффоф, ҳидсиз ва таъмсиз бўлади. Унинг зичлиги 4°C да энг катта (1 г/см³) бўлади. Музнинг зичлиги сувнинг зичлигидан кам, шу сабабли муз сув юзига қалқиб чиқади. Сув 0°C да музлайди ва 101 325 Па босимда 100°C да қайнайди. У иссиқликни яхши ўтказмайди ва электрни жуда ёмон ўтказида. Сув — яхши эритувчи.

Сувнинг молекуласи бурчак шаклида бўлади (3.3- расмга қ.): водород атомлари кислород атомларига нисбатан

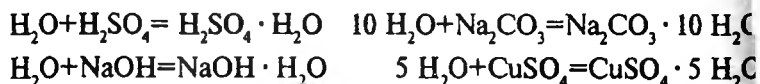
104,5°C га тенг бурчак ҳосил қилади. Шу сабабли сув молекуласи — диполь молекуланинг водород турган қисми мусбат, кислород турган қисми эса — манфий зарядланган. Сув молекулалари кутбдрилиги туфайли унда электродитлар ионларга диссоциланади.

Суюқ сувда одатдаги H_2O молекулалари билан бир қаторда ассоциланган, яъни водород боғланишлар ҳосил бўлиши туфайли (3.6- § га қ.) ўзаро бирикиб анча мураккаб агрегатлар $(H_2O)_x$ ҳосил қилган молекулалар ҳам бўлади. Сувнинг физик хоссаларидаги аномалия (нонормаллик) 4°C да зичлигининг энг юқори бўлиши, қайнаш температурасининг юқорилиги ($H_2O - H_2S - H_2Se - H_2Te$ қаторда), иссиқлик сиғимининг жуда катталиги [14, 18 Ж/г·К] унинг молекулалари орасида водород боғланишлар борлиги билан тушунтирилади. Температура кўтарилиши билан водород боғланишлар узила бошлайди ва сув буғ ҳолатига ўтганда бундай боғланишларнинг ҳаммаси узилади.

Кимёвий хоссалари. Сув — реакцияга анча яхши киришувчан модда. У одатдаги шароитда кўпчилик асосли ва кислотали оксидлар, шунингдек, ишқорий металллар ва ишқорий-ер металллар билан реакцияга киришади, масалан



Сув турли-туман бирикмалар — гидратлар (кристаллгидритлар) ҳосил қилади. Масалан:



Равшанки, сувни боғловчи бирикмалар қуритувчилар сифатида ишлатилиши мумкин. Юқоридагилардан бошқа қуритувчи моддалардан P_2O_5 , CaO , BaO , Na метали (улар ҳам сув билан кимёвий ўзаро таъсирлашади), шунингдек силикагелни кўрсатиш мумкин.

Сувнинг муҳим кимёвий хоссалари қаторига унинг гидролитик парчаланиш реакцияларига кириша олиш хусусияти киради (тузларнинг гидролизига, 6.5- § га қ.).

8.4- §. Оғир сув

Таркибида оғир водород бўладиган сув *оғир сув* дейилади (D_2O формула билан белгиланади). У одатдаги сувдан фарқ қилади, буни иккала сувнинг физикавий хоссаларини ўзаро таққослашдан ҳам кўриш мумкин:

	D_2O	H_2O
Молекуляр массаси	20	18
20°C даги зичлиги, г/см ³	1,1050	0,9982
Кристалланиш температураси °C	3,8	0
Қайнаш температураси °C	101,4	100

Оғир сув билан кимёвий реакциялар одатдаги сув билан бўлгандагига қараганда анча секин кетади. Шунинг учун одатдаги сув узок вақт электролиз қилинганда электролизёрда оғир сув тўпланиб қолади.

Оғир сув ядро реакторларида нейтронларни секинлатувчи сифатида ишлатилади.

8.5-§. Галогенлар группчасининг умумий тавсифи

Элементлар кимёсини группачалар бўйича қараб чиқишда даврий қонун ва Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг олдиндан айтиш имкониятидан фойдалана билиш ниҳоятда муҳимдир. Шунда дарсликдан фойдаланмай туриб ҳам элементларнинг ва улар бирикмаларининг кўпчилик хоссаларини баён қилиб бериш мумкин бўлади. Масалан, элементнинг даврий системада жойлашган ўрнига қараб атомнинг тузилишини — ядросининг заряди ва таркибини ҳамда электрон конфигурациясини айтиб бериш мумкин; электрон конфигурациясига қараб эса элементнинг бирикмалардаги оксидланиш даражасини аниқлаш, одатдаги шароитда молекула ҳосил бўлиш мумкинлигини, қаттиқ ҳолдаги оддий модда кристалл панжарасининг турини аниқлаш мумкин. Ниҳоят, шу элементлар юқори оксидлари ва гидроксидларининг формулаларини, уларнинг кислота-асос хоссалари даврий системанинг горизонти ва вертикали бўйлаб қандай ўзгаришини, шунингдек, турли хил бинар бирикмаларининг формулаларини аниқлаб, кимёвий боғланишлар характериға баҳо бериш мумкин. Буларнинг ҳаммаси элементларнинг, оддий моддалар ва улар

бирикмаларининг хоссаларини ўрганишни анча осонлашти-
ради. Бу ишни ҳар қайси группачанинг умумий тавсифини
кўриб чиқишдан бошлаш лозим.

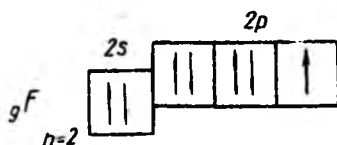
Галогенлар группасига фтор, хлор, бром, йод ва астат
киради (астат — радиоактив элемент, кам ўрганилган). Булар
Д. И. Менделеев даврий системасининг VII группасидаги
p- элементлардир. Улар атомларининг ташқи энергетик по-
ғонасида 7 тадан электрон бўлади (8.1- жадвалга қ.). Улар-
нинг хоссаларида умумийлик борлигига сабаб ана шудир.

8.1.- ж а д в а л. Галогенлар группаси
элементларининг хоссалари

Хоссалари	F	Cl	Br	I	At
1.Тартиб номери	9	17	35	53	85
2.Валент элект- ронлари	$2s^2 2p^5$	$3s^2 3p^5$	$4s^2 4p^5$	$5s^2 5p^5$	$6s^2 6p^5$
3.Атомнинг ион- ланиш энергия- си, эВ	17,42	12,97	11,84	10,45	9,2
4.Нисбий электр- манфийлиги	4,1	3,0	2,8	2,5	2,2
5.Бирикмалари- даги оксидланиш даражаси	-1	-1,+1, +3,+5, +7	-1,+1, +3,+5, +7	-1,+1, +3,+5, +7	-1,+1, +3,+5, +7
6.Атомнинг радиу- си	0,034	0,099	0,114	0,133	-

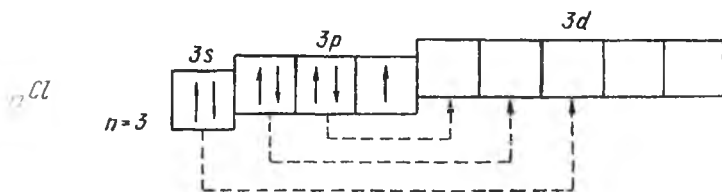
Улар биттадан электронни осон бириктириб олиб, — 1
оксидланиш даражасини намоён қилади. Галогенлар водо-
род ва металллар билан ҳосил қилган бирикмаларида ана
шундай оксидланиш даражасига эга бўлади.

Лекин фтордан бошқа галогенларнинг атомлари +1, +3,
+5 ва +7 га тенг мусбат оксидланиш даражаларини ҳам
намоён қилиши мумкин. Оксидланиш даражаларининг
мумкин бўлган қийматлари атомларнинг электрон тузили-
ши билан изоҳланади; фтор атомининг электрон тузили-
шини ушбу схема билан ифодалаш мумкин:



Фтор энг электрманфий элемент бўлганлиги сабабли битта электронни $2p$ - поғоначасига бириктириб олиши мумкин, холос. Унинг битта жуфтлашмаган электрони бор, шу сабабли фтор фақат бир валентли, унинг оксидланиш даражаси эса доимо — 1 бўлади.

Хлор атомининг электрон тузилиши ушбу схема билан ифодаланади:



Хлор атомининг $3p$ - поғоначасида битта жуфтлашмаган электрони бор ва одатдаги (қўзғалмаган) ҳолатда хлор бир валентли бўлади. Лекин хлор III даврда турганлиги сабабли унинг $3d$ - поғоначасида яна бешта орбиталь бор ва уларга 10 та электрон жойлашиши мумкин.

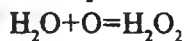
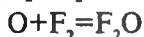
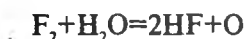
Хлор атомининг қўзғалган ҳолатида электронлар $3p$ - ва $3s$ - поғоначалардан $3d$ - поғоначага ўтади (схемада стрелкалар билан кўрсатилган). Битта орбиталда турган электронларнинг бир-биридан ажралиши (тоқлашиши) валентликни икки бирликка оширади. Равшанки, хлор ва унинг аналоглари (фтордан ташқари) фақат тоқ ўзгарувчан валентлик 1, 3, 5, 7 ва шуларга мувофиқ келадиган мусбат оксидланиш даражаларини намоён қилиши мумкин. Фторда эркин орбиталлар йўқ, демак кимёвий реакцияларда унинг атомида жуфтлашган электронларнинг ажралиши содир бўлмайди (фтор атомининг электрон тузилишига қ.). Шу сабабли галогенларнинг хоссаларини кўриб чиқишда фторнинг ва фтор бирикмаларининг ўзига хос хусусиятларини доимо эътиборга олиш лозим.

Галогенлар водородли бирикмаларининг сувдаги эритмалари кислоталар ҳисобланади: HF — фторид кислота, HCl — хлорид кислота, HBr — бромид кислота, HI — йодид кислота.

Шуни назарда тутиш керакки, галогенларнинг умумий хоссалари билан бир қаторда бир-биридан фарқи ҳам бор. Бу, айниқса, фтор ва унинг бирикмалари учун хосдир.

HF — HCl — HBr — HI қаторда кислоталарнинг кучи ортиб боради, бунга сабаб HR нинг (бунда R — элемент) боғланиш энергияси худди шу йўналишда камайиб боришидир. Бу қаторда фторид кислота бошқаларидан кучсизроқ, чунки қаторда H—F боғланиш энергияси энг каттадир. HГ молекуласининг (бунда Г—галоген) пухталиги ҳам худди шу тартибда камайиб боради, бунга сабаб ядролараро ма-софанинг катталашувидир (8.1- жадвалнинг 6- пунктига қ.). Кам эрийдиган тузларнинг эрувчанлиги AgCl — AgBr — AgI қаторда камайиб боради; улардан фарқли равишда, AgF сувда яхши эрийди.

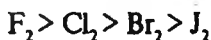
Бошқа галогенларга қараганда фтор электронларини маҳкам тутиб туради (8.1- жадвалнинг 3 ва 4- п), унинг битта (—1) оксидланиш даражаси бор (8.1.- жадвалнинг 5- п. га қ.). Фтор сув билан хлорга қараганда бошқачароқ реакцияга киришади: сувни парчалаб, водород фторид, кис-лород (II)- фторид, водород пероксид, кислород ва озон ҳосил қилади:



Хлорнинг сув билан ўзаро таъсир реакциясининг тенг-ламасини 8.6- § дан қ.

8.1- жадвалнинг 3 ва 6- пунктлари элементларнинг ме-таллмаслик хоссалари қай даражада эканлигини кўрсата-ди. Атом радиуси катталашиб, ионлаш энергияси камайиб борганлиги сабабли F—At қаторда металлмаслик хоссалар камайиб боради. Металлмаслик хоссалар фторда энг кучли ифодаланган.

Галогенларнинг реакцияга киришиш хусусияти F—Cl — Br—J қаторда пасайиб боради. Шу сабабли олдинги элемент кейингисини HГ типдаги (Г- галоген) кислоталардан ва уларнинг тузларидан сиқиб чиқаради. Бу ҳолда активлик:



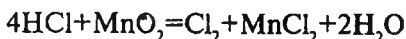
Галогенларнинг тартиб номери ортиши билан физика-вий хоссалари маълум қонуният билан ўзгариб боради: фтор — қийин суюқладан диган газ, хлор — осон суюқла-надиган газ, бром — суюқлик, йод — қаттиқ модда.

8.6- §. Хлор

Табиатда учраши. Табиатда хлор эркин ҳолда фақат вулқон газларидагина учрайди. Унинг бирикмалари кенг тарқалган. Улардан энг муҳимлари: натрий хлорид NaCl , калий хлорид KCl , магний хлорид $\text{MgCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, сильвинит, у NaCl билан KCl дан таркиб топган, карналлит $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, каинит $\text{MgSO}_4 \cdot \text{KCl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ва б.

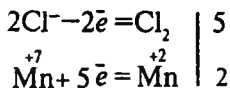
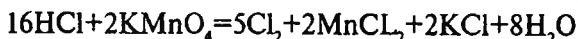
Хлор бирикмалари океан, денгиз ва кўлларнинг сувларида бўлади. Улар ўсимлик ва ҳайвонот организмларида оз миқдорларда бўлади. Хлор ер пўстлоғи массасининг 0,05% ни ташкил этади.

Олиниши. Л а б о р а т о р и я ш а р о и т и д а хлор хлорид кислотага марганец (IV)- оксид таъсир эттириш йўли билан олинади. Реакция қиздирилганда боради:



Бу оксидланиш-қайтарилиш жараёнидир. HCl , аникроғи хлорид-ион Cl^- — қайтарувчи; MnO_2 — оксидловчи. Тенгламани тузиш усули 7.3- § да кўриб чиқилган.

Оксидловчи MnO_2 ўрнига калий перманганат KMnO_4 ишлатиш ҳам мумкин. Бу ҳолда реакция одатдаги температурада, яъни қиздирилмаса ҳам боради:



Саноатда хлор натрий хлориднинг концентранган эритмасини электролиз қилиш йўли билан олинади. Хлор анодда ажралиб чиқади. Бунда водород (катодда ажралиб чиқади) ва натрий гидроксид (эритмада қолади) ҳам ҳосил бўлади.

Суюқликка айланттирилган хлор (хона температурасида 600 кПа босимда суюқликка айланади) пўлат баллонларда сақланади ва ишлатилиш жойига шу ҳолда ташилади.

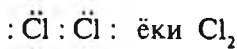
Физикавий хоссалари. Хлор — сарғиш-яшил рангли ўткир ҳидли заҳарли газ. Ҳаводан 2,5 марта оғир. 20°C да 1 ҳажм сувда 2,3 ҳажм хлор эрийди.

Хлорнинг сувдаги эритмаси *хлорли сув* дейилади. Хлор органик эритувчиларда яхши эрийди.

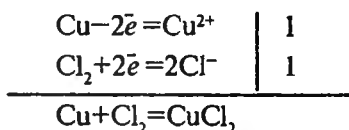
Хлор нафас йўдларини яллиғлантиради, кўп миқдорда хлор билан нафас олиб бўғилиш ўлимга олиб келиши мумкин.

Табий хлор таркибида иккита изотоп $^{35}_{17}\text{Cl}$ (75,4%) ва $^{37}_{17}\text{Cl}$ (24,6%) бўлади.

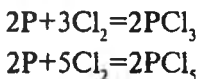
Кимёвий хоссалари. Хлор молекуласи икки атомдан таркиб топган, унда боғланиш ковалент қутбли:



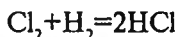
Хлор металллар билан ўзаро таъсирлашганда кучли оксидловчилик хоссаларини намоён қилади. Бунда металл атомлари электронларини беради, хлор молекулалари эса уларни бириктириб олади. Масалан:



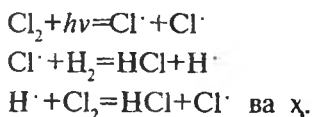
Хлор кўпчилик металлмаслар билан ҳам реакцияга киришади. Масалан:



Хлор водород билан ўзига хос реакцияга киришади. Қоронғида хлор билан водород аралаштирилса, реакцияга киришмайди. Лекин кучли ёритилганда реакция жуда тез, портлаш билан содир бўлади:



Текширишлар кўрсатишича, бу реакция ҳақиқатда анча мураккаб кетади. Cl_2 молекуласи ёруғлик квантини $h\nu$ ютади ва атомларга ажралади (анорганик радикаллар $\text{Cl}^\cdot$) (16.3-§ га ҳам қ.). Бу реакцияни бошлаб беради (реакциянинг дастлабки қўзғалиши). Сўнгра у ўз-ўзидан кетади. Хлор $\text{Cl}^\cdot$ ва атом-радикалларидан ҳар бири водород молекуласи билан реакцияга киришади. Бунда $\text{H}^\cdot$ ва HCl ҳосил бўлади. Водороднинг атом-радикали $\text{H}^\cdot$ ўз навбатида Cl_2 молекуласи билан реакцияга киришиб, HCl ҳамда $\text{Cl}^\cdot$ ҳосил қилади ва Ҳ. Буни схема тарзида яққол тасвирлаш мумкин:



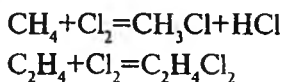
Дастлабки қўзғатиш кетма-кет содир бўладиган реакциялар занжирини вужудга келтирди. Бундай реакциялар *занжир реакциялар* дейилади. Хлорнинг водород билан занжир реакцияси оқибатида водород хлорид олинади.

Н. Н. Семёнов занжир реакциялар жуда тарқалганлигини ва эркин атомлар ёки атом группалари — радикаллар ҳосил бўлиб, кейин улар ўзаро реакцияга киришишини аниқлади. Бундай реакциялар кўпчилик муҳим кимёвий жараёнларда (ёниш, портлаш, полимерланиш жараёнлари ва б.) катта роль ўйнайди.

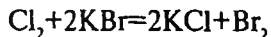
Агар, масалан, Кипп аппаратида чикаётган водород оқими ўт оддирилса ва у хлорли банкага туширилса, бунда водород ҳаворанг аланга бериб ёниб, водород хлорид ҳосил қилади.

Хлор органик бирикмалардан водородни тортиб олади, углерод эса эркин ҳолда қолади. Шу сабабли скипидар, парафин каби моддалар хлорда ёнади ва кўп миқдорда қурум ҳамда водород хлорид ҳосил қилади.

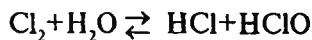
Хлор тўйинган углеводородлардаги водороднинг ўрнини олади ва тўйинмаган углеводородларга бирикади:



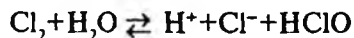
У бром билан йодги водородли ҳамда металллар билан ҳосил қилган бирикмаларидан сиқиб чиқаради:



Хлор сув билан реакцияга киришиб, иккита кислота — хлорид (кучли кислота) ва гипохлорит (кучсиз кислота) кислоталар ҳосил қилади. Реакция қайтар:

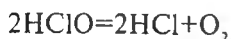


ионли кўринишда:



Гипохлорид кислота жуда беқарор. Қиздирилганда ёки

ёруғликка қўйилганда у хлорид кислота билан кислородга ажралади:



Гипохлорид кислота — кучли оксидловчи. Хлорнинг намлик (сув) иштирокида оқартириш хоссаси борлиги ана шу кислота ҳосил бўлиши билан тушунтирилади. Қуруқ хлор оқартирувчи бўлмайди.

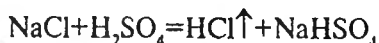
Хлор кислород, азот ва кўмир билан бевосита реакцияга киришмайди (уларнинг бирикмалари билвосита йўл билан олинади). Намлик йўғида хлор темир билан реакцияга киришмайди. Бу ҳол хлорни пўлат баллон ва цистерналарда сақлашга имкон беради.

Ишлатилиши. Хлор ичимлик сувини зарарсизлантириш (сувни хлорлаш), газлама ва қоғоз массаларни оқартириш учун ишлатилади. Унинг кўп қисми хлорид кислота, хлорли оҳак, шунингдек, таркибида хлор бўладиган турли хил кимёвий бирикмалар олиш учун сарфланади.

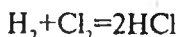
8.7-§. Водород хлорид ва хлорид кислота

Водород хлорид — хлорнинг энг муҳим бирикмаларидан бири. Бу ўткир ҳидли рангсиз газ. У билан нафас олинганида нафас йўллари яллиғлантиради ва бўғади. Ҳаводан 1,3 марта оғир. Нам ҳавода «тутайди», яъни ҳаводаги сув буглари билан бирикиб, майда туман томчиларини ҳосил қилади. 0°C да бир ҳажм сувда 500 ҳажмга яқин водород хлорид эрийди. Водород хлориднинг сувдаги эритмаси хлорид кислота дейилади.

Лаборатория шароитида водород хлорид натрий хлоридни концентрланган сульфат кислота билан ўзаро таъсир эттириб олинади. Бунда водород хлорид ва нордон туз (натрий гидросульфат) ҳосил бўлади:



Илгари кўрсатиб ўтилганидек, водород хлоридни водородни хлорда ёндириш йўли билан ҳам олиш мумкин:

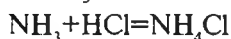
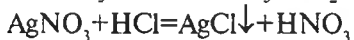
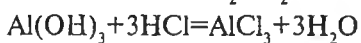
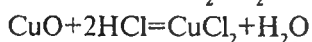
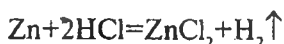


С а н о а т д а хлорид кислота олиш усуллари ана шу реакцияларга асосланган. NaCl билан концентрланган

H_2SO_4 орасидаги ўзаро таъсир реакциясига асосланган усул *сульфатли* усул дейилади; водороднинг хлорда ёниш реакциясига асосланган усул *синтетик* усул дейилади.

Иккала ҳолда ҳам олинган водород хлорид махсус юттириш минораларида сувга юттирилади. Газ сувда анча тулиқ эриши учун газ билан сув бир-бирига қарама-қарши ҳаракат қилади (газ пастдан юқорига, сув юқоридан пастга).

Хлорид кислота — рангсиз суюқлик. Концентрацияси 37% гача водород хлорид бўлади ва нам ҳавода «тутайди». У кучли кислота бўлгани учун кислоталарнинг барча хоссаларига эга. Кўпчилик металллар, асосли оксидлар, асослар ва баъзи тузлар ҳамда газлар хлорид кислота билан реакцияга киришади. Масалан:



Хлорид кислота ўзининг тузларини (барий хлорид, рух хлорид ва б.) олишда, металлларни дорилашда, шунингдек, озиқ-овқат саноатида ва тиббиётда ишлатилади. Ундан барча кимё лабораторияларида реагент сифатида фойдаланилади.

Хлорид кислота гуммиланган, яъни ички юзасига кислотабардош резина қопланган цистерна ва бочкаларда, шунингдек, шиша ва полиэтилен идишларда сақланади ҳамда ташилади.

8.8- §. Хлорид кислотанинг тузлари

Қуйида хлорид кислотанинг энг муҳим тузлари тавсифлаб берилган.

Н а т р и й х л о р и д (бошқа номлари: тоштуз, ош тузи, галит) NaCl овқатга солинади, натрий гидроксид, хлор, хлорид кислота, сода ва б. олишда ҳам ашё сифатида ишлатилади; озиқ-овқат маҳсулотларини консервацияда фойдаланилади.

К а л и й х л о р и д KCl — қимматли калийли ўғит.

Р у х х л о р и д ZnCl_2 дан ёғочни чиришдан сақлаш

мақсадида унга шимдириш учун фойдаланилади; кавшарлашда металл сиртини ҳўллаш учун ишлатилади (бунда металл сиртидаги оксид парда йўқолади ва кавшар металлга яхши ёпишади); $ZnCl_2 \cdot nH_2O$ таркибли кристаллгидратлари маълум.

Б а р и й х л о р и д $BaCl_2$ — заҳарли модда, қишлок ҳўжалиги зараркунандаларига (қанд лавлаги, узунтумшук қўнғизи, ўтлоқ капалаги ва б.) қарши курашда ишлатилади.

К а л ь ц и й х л о р и д $CaCl_2$ (сувсиз) — газларни қуриштишда (бунда тузнинг кристаллгидрати $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ ҳосил бўлади) ва тиббиётда кенг қўламда ишлатилади.

Алюминий хлорид $AlCl_3$ (сувсиз) кўпинча органик синтезларда катализатор сифатида фойдаланилади.

С и м о б (II)-х л о р и д, бошқача айтганда сулема $HgCl_2$ — кучли заҳар; бу тузнинг жуда суюлтирилган эритмалари кучли таъсир этувчи дезинфекцияловчи восита сифатида ишлатилади; уруғларни дорилашда, терини ошлашда ва органик синтезда ҳам фойдаланилади.

К у м у ш х л о р и д $AgCl$ — кам эрийдиган туз, фотографияда фойдаланилади.

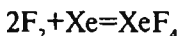
Хлорид-ионга сифат реакция. Хлорид кислотанинг кўпчилик тузлари сувда яхши эрийди. Амалда эримайдиганлари кумуш хлорид $AgCl$, симоб (I)-хлорид Hg_2Cl_2 ва мис (I)-хлорид $CuCl$. Кўрғошин (II)-хлорид $PbCl_2$ кам эрийди, лекин қайноқ сувда яхши эрийди. Хлоридларнинг бу хоссаларидан сифат анализида фойдаланилади.

Кумуш нитрат хлорид кислота ва унинг тузларига **р е а г е н т** ҳисобланади, аниқроғи кумуш иони — хлорид ионга реагент. Бу деган сўз, агар хлорид кислотага ёки таркибида хлорид-ион Cl^- бор туз эритмасига таркибида кумуш иони Ag^+ бор туз эритмасидан қўшилса, кумуш хлорид $AgCl$ нинг нитрат кислотада эримайдиган оқ сузмасимон чўкмаси тушади, демакдир. Ана шу аломатига қараб эритмада хлорид-ион борлиги ҳақида хулоса чиқариш мумкин.

8.9.- §. Фтор, бром ва йод ҳақида қисқача маълумот

Фтор — заҳарли оч яшил газ. Унинг молекуласи икки атомли ва кутбсиз ковалент боғланиш орқали ҳосил бўлган (F_2). Фтор суюқлантирилган бирикмаларини электролиз

қилиш йўли билан олинади. У кучли оксидловчи, ҳатто айрим нодир газларни ҳам оксидлайди (8.1- § га қ.)

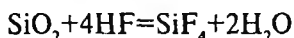


У фақат гелий, неон ва аргон билангина бевосита кимёвий реакцияга киришмайди.

Фторнинг кимёвий активлигини шу билан тушунтириш мумкинки, фтор молекуласини парчалашга янги боғланишлар ҳосил бўлишида ажралиб чиқадиганга қараганда анча кам энергия талаб қилинади. Масалан, фтор атомининг радиуси кичик бўлганлиги туфайли фтор молекуласидаги бўлинмаган электрон жуфтлар бир-бирини итарали ва F—F боғланишни (151 кЖ/моль) бўшаштиради. Шу билан бирга, фтор атоми билан водород атоми орасидаги боғланиш энергияси каттадир (565 кЖ/моль).

Фтор полимер материаллар — кимёвий барқарорлиги юқори бўлган фторопластлар синтез қилишда, шунингдек, ракета ёқилғисининг оксидловчиси сифатида ишлатилади. Фторнинг айрим бирикмаларидан тиббиётда фойдаланилади.

Водород фторид сувда эриб, фторид кислота HF ҳосил қилади. Бу кислотанинг ўзига хос муҳим хусусияти — кремний (IV) — оксид билан ўзаро таъсирлаша олишидир;



Шу сабабли у шишани емиради ва парафин, каучук, полиэтилен ёки кўрғошиндан ясалган идишларда сақланади. Фторид кислота металл қўймалардан қумни йўқотиш учун ва шишага ишлов бериш учун ишлатилади.

Бром — оғир қизил-қуңғир суюқлик. Бром буглари заҳарли. Бром терига тушганида қаттиқ куйдиради.

Йод — қора-гунафша қаттиқ модда. Қиздирилганда гунафша буглар ҳосил қилади, улар совитилганда яна кристаллга айланади. *Йоднинг сублиматланиши*, яъни қаттиқ модданинг суюқ ҳолатга ўтмай бугланиши ва буглардан кристаллар ҳосил бўлиши амалга ошади.

Бром ва йод молекулалари кутбсиз, ковалент боғланишли, икки атомлидир: Br₂ ва I₂. Сувда кам эрийди, бунда тегишлича бромли ва йодли сув (хлорли сувга ўхшаш) ҳосил бўлади. Органик эритувчиларда — спиртда, бензолда, бензинда, хлороформда яхши эрийди.

Бромда валент электронлар $5s^25p^5$, йодда $6s^26p^5$. Бундан бром билан йод кимёвий хоссалари жиҳатидан хлорга ўхшайди, деган хулоса келиб чиқади, фақат реакцияга киришиш хусусияти хлорникидан камроқ. Ударнинг реакцияга киришиш хусусиятининг (активлигининг) таққосланишини 8.5- § дан қ.

Бром билан йод — кучли оксидловчилар, бу хусусиятидан моддаларни турли хил анализ ва синтез қилишда фойдаланилади.

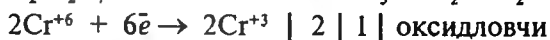
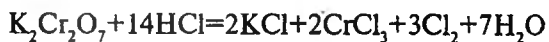
Бром билан йоднинг кўп миқдорлари дори-дармон тайёрлашга сарфланади.

8- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УДАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

8.1. Массаси (г) қандай бўлган калий бихромат кристалларига концентрланган хлорид кислота билан таъсир этилганда 2,8 л (н.ш.) хлор (реакция унуми 0,95 га тенг) олиш мумкин?

А) 14,44 В) 13,74 С) 10,70 Д) 11,86 Е) 12,89

Ечиш: Моддалар орасидаги реакция тенгламаси қуйидагича бўлади:



Тенглама бўйича 1 моль $K_2Cr_2O_7$ дан 3 моль хлор ҳосил бўлади. Реакция унуми 100 % бўлганда миқдори 0,125 моль хлор олиш учун $0,125 : 3 = 0,0417$ моль туз, яъни $294 \cdot 0,0417 = 12,25$ г оксидловчи олиш керак. Реакция унуми 0,95 бўлганда унинг массаси $n_1 (K_2Cr_2O_7) = 12,25 : 0,95 = 12,89$ г бўлади.

Жавоб: Е бўлади.

8.2. Оғир сувнинг оддий сув билан аралашмасининг ўртача нисбий молекуляр массаси 18,4 га тенг бўлса, шу аралашмадаги ҳар бир модданинг масса улушларини (%) ҳисобланг.

А) 78 ва 22 В) 76 ва 24 С) 24 ва 76 Д) 22 ва 78 Е) 20 ва 80.

Ечиш: Иккала модданинг моль миқдорлар йиғиндиси $n_1 + n_2 = 1$ бўлиб, ўртача молекуляр массасининг қиймати 260

18,4 ҳар бир компонентнинг мол миқдорлари орқали ифодаланган массалари йиғиндисига тенг бўлади:

$\bar{M} = n_1 M_1 + n_2 M_2$ ундаги $n_2 = 1 - n_1$ бўлади, шу сабабли қуйидаги тенгликка эга бўламиз

$18,4 = n_1 \cdot 18 + (1 - n_1) \cdot 20$, бу ифодадан $n_1 = 0,8$ ва $n_2 = 0,2$ га эга бўламиз. Уларнинг массалари эса $m_1 = 0,8 \cdot 18 = 14,4$ г ва $m_2 = 0,2 \cdot 20 = 4$ г бўлиб, уларнинг ҳар бирининг масса улушлари

$$\omega_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} = \frac{14,4}{18,4} = 0,78 \text{ ёки } 78\%;$$

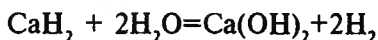
$$\omega_2 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} = \frac{4}{18,4} = 0,22 \text{ ёки } 22\% \text{ бўлади.}$$

Жавоб: А бўлади.

8.3 Мисси 31,5 г бўлган кальций гидриднинг сув билан реакцияси натижасида 27°C ва босим 118 кПа бўлганда ҳосил бўладиган водород ҳажмини (л) ҳисобланг.

А) 30,2 В) 32,9 С) 31,7 Д) 33,1 Е) 35,0

Ечиш. Кимёвий реакция тенгламаси қуйидагича бўлади:



$M_r = 42$ Реакцияда қатнашган гидриднинг миқдори $n(\text{CaH}_2) = 31,5 : 42 = 0,75$ мол, $T = 273^\circ\text{C} + 27^\circ\text{C} = 300$ К, водород миқдори эса топилган қийматдан 2 марта кўп бўлади, яъни $n(\text{H}_2) = 0,75 \cdot 2 = 1,5$ мол.

Тажриба шароитида унинг ҳажмини Клапейрон-Менделеев формуласидан топамиз:

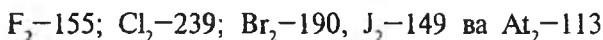
$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{1,5 \cdot 31 \cdot 300}{118} = 31,7 \text{ л бўлади.}$$

Жавоб: С бўлади.

8.4. Қуйида келтирилган диаграммада (8.5-§ даги 8.1-жадвалдан олинган) галогенларнинг атом радиуси (r_A ҳақиқий қийматнинг 100 га кўпайтирилган рақами), нисбий электрманфийлиги (НЭМ) ва улар атомининг ионланиш энергияси (I_A , эВ) нинг элементларнинг протонлар сони

(тартиб рақами) ортиб бориши тартибидаги муносабати акс эттирилган.

Таққослаш учун олинган хоссаларнинг ўзгариб бориши фтордан кейинги элементлар атомлари орасида умумийлик бор эканлиги, улар хоссалари деярли тўғри чизик қонунияти билан ўзаро боғланганлигини кўрсатади. Икки атомли галогенлар молекулаларидаги боғни ўзиш (диссоциланиш) учун талаб этиладиган энергия қиймати (кЖ/мол) қуйидагича:



бўлишини қуйидаги ҳолатлар (I)нинг қайси бири асосида талқин этиш мумкин?

I: 1) атомлар орасидаги боғ узунлигининг ортиб бориши билан боғланиш энергияси камайиб боради; 2) фтор молекуласидаги боғланиш энергияси Cl_2 молекуласидаги энергиядан кичик бўлиши фтор атомининг радиуси кичиклиги билан; 3) фтордан хлорга ўтганда энергия камайиш ўрнига ортишини хлордан охирги аstatгача диссоциланиш энергияси камайиб боришини молекуладаги бир атомнинг p - орбиталлардаги тақсимланмаган электронлари қўшни атомнинг акцептор d - орбиталларига тортилиши (датив боғланиш) асосида ва боғ узунлигини ортиши билан; 4) молекуладаги атомларнинг датив боғ ҳиссаси билан.

Фтор атоми билан қолган галогенлар атомлари орасида кузатиладиган тафовутларни тушуниш учун уларнинг қуйида келтирилган қайси хусусиятларини (II) ҳисобга олиш керак?

II: 5) НЭМ қиймати фтор атомида максимал қийматга эга бўлишини унинг p - орбиталидаги электронларининг ядро таъсирида кучли тортилишига ўзак электронлар орбиталида фақат Is - поғонача орбитали ниқоблай олмайди, бу p - орбиталлар атомда пайдо бўлган, янги турдаги симметрияга — кайносимметрия (бу сўздаги *кайно* — *янги* маънони англатади) эга бўлиши бу электронлар ядро зарядининг тўла таъсирида бўлишига олиб келади; 6) кузатилган хусусиятлар фтор атомининг энг кучли электрманфийлиги натижасидир; 7) хусусиятлардаги тафовутларни фторнинг энг кучли металлмаслиги асосида тушуниш мумкин.

A) 1, 6, 7 B) 2, 7 C) 4, 6, 7 D) 1, 2, 7 E) 3, 4, 5

Ечиш. Галогенларни икки атомли молекулаларининг боғланиш энергияси хлорда энг катта, ундан кейингиларида бир метёрда камайиб боради. Фтор атоми ядроси $2p$ - орбитал электронларини ўзига тортиб туришига халал берадиган $1p$ - орбитал йўқ, $2p$ - орбитал электронлари ва улар билан бирга боғловчи жуфт ядро майдонининг батамом таъсирида бўлиши унинг ўзига хослигини тушунтиради. Бу электронлар атомдан энг қийин чиқариб олинувчи бўлиши, атом радиусининг жуда кичик бўлиши билан тушунтирилади.

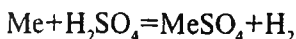
Хлор молекуласининг атомларга диссоциланиши учун фторникига қараганда катта бўлишига икки атом оралигида мавжуд бўлган δ - боғдан ташқари тақсимланмаган жуфт электронлар қўшни атомнинг бўш d - орбиталларга ўтиши (датив боғланиш) натижасида атомлараро боғловчи; қўшимча восита пайдо бўлишига олиб келади.

Жавоб: Е бўлади.

8.5. Массаси 16,25 г бўлган икки валентли ион ҳосил қиладиган металлнинг сульфат кислотада эриши натижасида 0,560 л водород ҳосил бўлган. Шу металлни аниқланг.

А) магний В) темир С) рух D) кадмий Е) стронций.

Ечиш. Реакция тенгламасини тузамиз:



ундан кўринишича 1 моль металл 1 моль водородни сиқиб чиқаради, унда 0,25 моль ($0,560 : 22,4$) водородни 0,25 моль металл сиқиб чиқарган бўлади. $M(\text{Me}) = 16,25 : 0,25 = 65$ бўлади.

Жавоб: С бўлади.

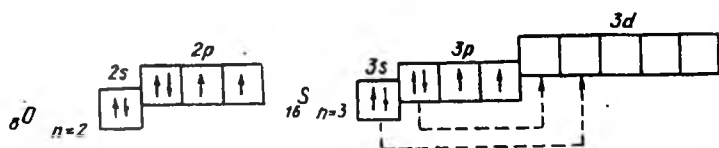
9-Б О Б. КИСЛОРОД ГРУППАЧАСИ

9.1.- §. Кислород группчасининг умумий тавсифи

Кислород группчасига бешта элемент: кислород, олтингургурт, селен, теллур ва полоний киради (полоний — радиоактив элемент). Булар Д. И. Менделеев даврий системаси

VI группасининг *p*- элементларидир. Уларнинг умумий номи — халькогенлар бўлиб, «руда ҳосил қилувчи» деган маънони билдиради.

Халькогенлар атомларида ташқи энергетик погонанинг тузилиши бир хил — ns^2np^4 (9.1- жадвалнинг 2-н.). Уларнинг кимёвий хоссалари ўхшашлигига сабаб ана шулар. Халькогенларнинг ҳаммаси водород ва металллар билан ҳосил қилган бирикмаларида — 2 га тенг оксидланиш даражасини, кислород ва бошқа актив металлмаслар билан ҳосил қилган бирикмаларида эса одатда +4 ва +6 га тенг оксидланиш даражасини намоён қилади (9.1- жадвал, 5-н.). Фтор учун бўлганидек, кислород учун ҳам группа номерига тенг оксидланиш даражаси ҳос эмас. У одатда — 2 га тенг, фтор билан бирикмасида эса +2 га тенг оксидланиш даражасини намоён қилади. Оксидланиш даражаларининг бундай қийматлари халькогенларнинг электрон тузилишидан келиб чиқади:



9.1.- ж а д в а л. Кислород группаси элементларининг хоссалари

Хоссалари	O	S	Se	Te	Po
1. Тартиб номери	8	16	34	52	84
2. Валент электронлари	$2s^2 2p^4$	$3s^2 3p^4$	$4s^2 4p^4$	$5s^2 5p^4$	$6s^2 6p^4$
3. Атомнинг ионланиш энергияси, эВ	13,62	10,36	9,75	9,01	8,43
4. Нисбий электрманфийлиги	3,5	2,5	2,4	2,1	2,0
5. Бирикмаларидаги оксидланиш даражаси	-1, -2 +2	-2, +2 +4, +6	-2, +4 +6	-2, +4 +6	-2, +2
6. Атомнинг радиуси, нм.	0,066	0,104	0,117	0,137	0,161

Кислород атомининг $2p$ - поғоначасида иккита жуфтлашмаган электрон бор. Унинг электронлари бир-биридан ажрада олмайди, чунки ташқи (иккинчи) поғонасида d - поғонача, яъни эркин орбиталлари йўқ. Шу сабабли кислороднинг валентлиги доимо 2 га, оксидланиш даражаси эса -2 ва $+2$ га тенг (масалан, H_2O ва OF_2 да). Олтингугурт атомининг кўзгалмаган ҳолатдаги валентлиги ва оксидланиш даражаси ҳам худди шундай бўлади. Кўзгалган ҳолатга ўтишида (энергия берилганда, масалан қиздирилганда) олтингугурт атомида дастлаб $3p$ -, сўнгра эса $3s$ - электронлар бир-биридан ажралади (стрелкалар билан кўрсатилган). Биринчи ҳолда жуфтлашмаган электронлар сони, бинобарин, валентлиги ҳам тўртга (масалан SO_2 да), иккинчи ҳолда эса олтига (масалан SO_3 да) тенг бўлади. Равшанки, 2, 4, 6 га тенг валентликлар олтингугуртнинг аналогларига — селен, теллур ва полонийга ҳам хос, уларнинг оксидланиш даражалари эса -2 , $+2$, $+4$ ва $+6$ га тенг бўлиши мумкин.

Кислород группачасидаги элементларнинг водородли бирикмалари H_2R формулага (R — элементнинг симболи) мувофиқ келади: H_2O , H_2S , H_2Se , H_2Te . Улар *хальководородлар* дейилади. Улар сувда эриганда кислоталар (формуласи ўшанинг ўзи) ҳосил бўлади. Элементнинг тартиб номери ортиб бориши билан бу кислоталарнинг кучи ҳам ортиб боради, бунга сабаб H_2R бирикмалар қаторида боғланиш энергиясининг камайиб боришидир. H^+ ва OH^- ионларга диссоциланадиган сув амфотер электролит ҳисобланади.

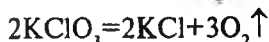
Олтингугурт, селен ва теллур кислород билан бирикмаларнинг RO_2 ва RO_3 типидagi бир хил шаклини ҳосил қилади. Уларга H_2RO_3 ва H_2RO_4 кислоталар мувофиқ келади. Элементнинг тартиб номери ортиб бориши билан бу кислоталарнинг кучи камайиб боради. Уларнинг ҳаммаси оксидланиш хоссаларини, H_2RO_3 типидagi кислоталар эса қайтариш хоссаларини ҳам намоён қилади.

Оддий моддаларнинг хоссалари қонуният билан ўзгаради: ядро заряди ортиши билан металлмаслик хоссалари сусайиб, металл хоссалари кучаяди. Масалан, кислород билан теллур — металлмаслар, лекин теллурнинг металл ялтироқдиги бор ва электрни ўтказди.

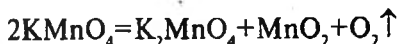
9.2.- §. Кислород ва унинг хоссалари

Табиатда учраши. Кислород — Ерда энг кўп тарқалган элемент. У ер пўстлоғи массасининг 47,2% ини ташкил этади. Унинг ҳаводаги миқдори ҳажм жиҳатдан 20,95% ва масса жиҳатдан 23,15% га тенг. Кислород сув, тоғ жинслари, кўпчилик минераллар ва тузлар таркибига киради, тирик организмларни ташкил этувчи оксидлар, ёғлар ва углеводларда бўлади.

Олиниши. Лаборатория шароитида кислород натрий гидроксиднинг сувдаги эритмасини электролиз қилиш (никель электродлар), бертоле тузи (калий хлорат)ни ёки калий перманганатни қиздириб туриб парчалаш йўли билан олинади. Калий хлоратнинг парчаланиши марганец (IV)-оксид MnO_2 иштирокида анча тезлашади:



Жуда тоза кислород калий перманганат парчалангандан олинади:



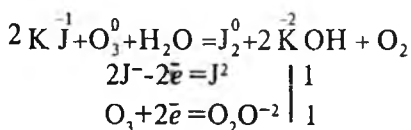
С а н о а т д а кислород суюқ ҳаводан, шунингдек, сувни электролиз қилишда водород билан бирга олинади. Кислород пўдат баллонларда 15 МПа (мегапаскаль) босим остида сақланади ва ташилади.

Физик хоссалари. Кислород — рангсиз, таъмсиз ва ҳидсиз газ, ҳаводан бир оз оғир. Сувда кам эрийди (1 л сувда 20°C да 31 мл кислород эрийди). — 183°C температура ва 101,325 кПа босимда кислород суюқ ҳолатга ўтади. Суюқ кислород ҳаворанг тусли бўлади, магнит майдонига торгилади. Табиий кислород таркибида учта изотоп: $^{16}_8O$ (99,76%), $^{17}_8O$ (0,04%) ва $^{18}_8O$ (0,20%) бўлади.

Кимёвий хоссалари. Ташқи электрон поғонасини тўлдириш учун кислородга икки электрон етишмайди. Кислород уларни шиддат билан бириктириб олиб, — 2 оксидланиш даражасини намоён қилади. Лекин фтор билан ҳосил қилган бирикмаларида (OF_2 ва O_2F_2) умумий электронлар жуфти электрманфийроқ элемент бўлган фторга томон силжиган. Бу ҳолда кислороднинг оксидланиш даражаси мос равишда +2 ва +1 га, фторники эса -1 га тенг.

Кислород молекуласи икки атомдан таркиб топган O_2 . Унда кимёвий боғланиш — ковалент кутбсиз.

Озон молекуласи кислороднинг учта атомидан таркиб топган O_3 . Озон — бу кислород элементининг аллотропик шакл ўзгаришидир. Кислород билан озон битта элементнинг ўзидан ҳосил бўлганлигига қарамай, уларнинг хоссалари гурлича бўлади. Озон — ўзига хос ҳидли газ. Органик моддаларни емиради, кўпчилик металлларни, шу жумладан, олтин ва платинани ҳам оксидлайди. У кислородга нисбатан кучли оксидловчидир. Масалан, у калий йодид эритмасидан йодни ажратиб чиқаради, кислород билан эса бундай реакция содир бўлмайди:



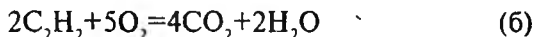
Озон оқартирувчи ва дезинфекцияловчи таъсир этади.

Кислороднинг энг муҳим кимёвий хоссаси — деярли барча элементлар билан оксидлар ҳосил қилиш хусусиятидир (дастлабки учта нодир газнинг оксидлари олинмаган). Бунда кўпчилик моддалар билан кислород бевосита, айниқса, қиздирилганда реакцияга киришади. Масалан:



Кислород галогенлар, олтин ва платина билан бевосита реакцияга киришмайди, уларнинг оксидлари билвосита йўллар билан олинади.

Мураккаб моддалар муайян шароитларда кислород билан узаро таъсирлашади. Бунда оксидлар, айрим ҳолларда эса — оксидлар ва оддий моддалар ҳосил бўлади. Масалан:



Кислород оксидловчи сифатида. Нисбий электрманфийлигининг қийматига кўра кислород иккинчи элемент ҳисобланади ($\chi=3,50$, 2.2- жадвалга қ.) Шунинг учун оддий моддалар билан ҳам, мураккаб моддалар билан ҳам кимёвий реакцияларда у оксидловчи бўлади, чунки электронларни бириктириб олади. Иккинчи томондан (а, б, в реакциялар-

га мувофиқ), кальций, оксидланиш даражаси — 1 бўлган углерод ва оксидланиш даражаси — 3 бўлган азот электронларини беради, шу сабабли Ca , C_2H_2 ва NH_3 қайтарувчилар ҳисобланади.

Ёниш, занглаш, чириш ва нафас олиш жараёнлари кислород иштирокида боради. Булар оксидланиш-қайтарилиш жараёнларидир.

Кимёвий ва металлургия жараёнларини жадаллаштириш. Оксидланиш жараёнлари ҳаводагига қараганда кислороддан анча жадаллашади. Буни кўмир, олтингугурт, пўлат симнинг кислородда ёниши каби оддий тажрибаларда исботлаш мумкин.

Оксидланиш жараёнларини жадаллаштириш учун олатдаги ҳаво ўрнига кислород ёки кислородга бойитилган ҳаво ишлатилади. Кислороддан кимё саноатида (нитрат ва сульфат кислоталар сунъий суюқ ёкилғи, сурков мойлари ва бошқа моддалар ишлаб чиқаришда) оксидланиш жараёнларини жадаллаштириш учун фойдаланилади.

Кислород металлургия жараёнларини жадаллаштиришнинг самарали воситасидир. Домна печига кислородга бойитилган ҳаво пуфланганда аланганинг температураси анча ортади, натижада, суюқланиш жараёни тезлашади ва печнинг унумдорлиги ортади. Пўлат суюқлантиришда — мартен ва бессемер жараёнларида ҳаво ўрнига тўлиқ ёки қисман кислород ишлатиш янада катта самара беради: бу жараёнлар жадаллашибгина қолмай, олинган пўлатнинг сифати ҳам яхшиланади. Кислородга бойитилган ҳаводан (60% гача O_2) рангли металлургияда (рух, мис ва бошқа металларнинг сульфидли рудаларини оксидлашда) самарали фойдаланилмоқда.

Ишлатилиши. Металлургия саноатида кислороднинг анча кўп миқдори сарфланади. Кислород юқори температура ҳосил қилиш учун ишлатилади. Кислород-ацетилен алангасининг температураси 3500°C га, кислород-водород алангасиники 3000°C га етади.

Тиббиётда кислород беморларнинг нафас олишини енгиллаштиришда (кислородли ёстиқча ва палаткалар) ишлатилади. Нафас олиш қийин бўлган атмосферада ишларни бажаришда (ер ости ва сув ости ишларида, космик парвозлар ва б.) кислородли асбоблардаги кислороддан фойдаланилади.

9.3- §. Олтингугурт ва унинг хоссалари

Табиатда учраши. Олтингугурт табиатда кенг тарқалган. У ер пўстлоғи массасининг 0,05% ни ташкил этади. Эркин ҳолатда (ёмби олтингугурт) Италияда (Сицилия оролида) ва АҚШ да кўп миқдорларда учрайди. Марказий Осиё жумҳуриятларида, Қримда ва бошқа районларда бор.

Олтингугурт кўпинча бошқа элементлар билан ҳосил қилган бирикмалари ҳолида учрайди. Унинг энг муҳим табиий бирикмалари металлarning сульфидлари: FeS_2 — темир колчедани, яъни пирит; ZnS — рух алдамаси, PbS — қўрғошин ялтироғи; HgS — киноварь ва б., шунингдек, сульфат кислотанинг тузлари (кристалл-гидратлар): $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — гипс, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — глаубер тузи, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ тахир туз ва б.

Олтингугурт ҳайвонот ва ўсимликлар организмда бўлади, чунки оқсил молекулалари таркибига киради. Олтингугуртнинг органик бирикмалари нефть таркибида бўлади.

Физикавий хоссалари. Олтингугурт — сариқ рангли, қаттиқ, мўрт модда. Сувда деярли эримайди, лекин углевод сульфидда, анилинда ва баъзи бошқа эритувчиларда яхши эрийди. Иссиқлик ва электрни яхши ўтказмайди. Олтингугурт бир неча аллотропик шакл ўзгаришлар ҳосил қилади.

Олтингугурт $444,6^\circ\text{C}$ да қайнаб, тўқ қўнғир рангли буғлар ҳосил қилади. Агар улар тез совитилса, олтингугуртнинг майда кристалларидан иборат майин кукун ҳосил бўлади ва у *олтингугурт гули* дейилади.

Табиий олтингугурт тўртта барқарор изотопининг: $^{32}_{16}\text{S}$,

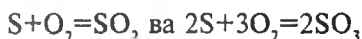
$^{33}_{16}\text{S}$, $^{34}_{16}\text{S}$, $^{36}_{16}\text{S}$ аралашмасидан таркиб топган.

Кимёвий хоссалари. Олтингугурт атомининг ташқи энергетик поғонаси тугалланмаганлиги сабабли иккита электронни бириктириб олиши ва — 2 оксидланиш даражасини намоён қилиши мумкин. Олтингугурт металллар ҳамда водород билан ҳосил қилган бирикмаларида (масалан, Na_2S ва H_2S да) шундай оксидланиш даражасини намоён қилади. Электронлар электрманфийлиги кучлироқ элемент атомига берилганда ёки шундай атомга тортилганда олтингугуртнинг оксидланиш даражаси +2, 4 ва +6 бўлиши мумкин.

Одатдаги шароитда қаттиқ олтингугурт молекуласи ҳалқа тарзида бир-бири билан туташадиган 8 атомдан таркиб топади S_8 (бунда ҳалқада олтингугурт атомлари бир текисликда ётмайди). Қиздирилганда S_8 ҳалқаси узилади. Юқори температурада занжир бўлаклари мавжуд бўлади: S_2 ($>900^\circ\text{C}$), $S_2 \rightleftharpoons 2S$ (1500°C дан юқори). Олтингугурт бўғларида S_8 , S_6 , S_4 ва S_2 молекулалар орасида мувозанат қарор топади.

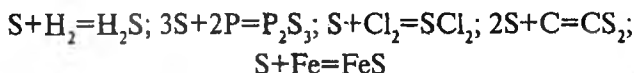
Олтингугуртнинг физикавий ҳолати турди-туман эканлиги унинг молекуласининг тузилиши билан тушунтирилади. Масалан, пластик олтингугурт ҳосил бўлишига сабаб шуки, ҳалқа-молекулаларнинг бир қисми узилади ва пайдо бўлган занжирчалар бир-бири билан бирикиб, узун занжир ҳосил қилади. Натижада юқори молекуляр бирикма — каучукка ўхшаш эластик полимер ҳосил бўлади.

Олтингугурт осонликча қўпчилик элементлар билан бирикмадар ҳосил қилади. У ҳавода ёки кислородда ёнганида олтингугурт (IV) - оксид SO_2 ва қисман олтингугурт (VI) - оксид SO_3 ҳосил бўлади:



Булар олтингугуртнинг энг муҳим оксидларидир.

Қиздирилганда олтингугурт водород, галогенлар (йоддан ташқари), фосфор, кўмир билан, шунингдек, олтин, платина ва ирридийдан бошқа барча металллар билан бевосита бирикади. Масалан:



Бу мисоллардан кўриниб турибдики, металллар ва баъзи металлмаслар билан реакцияларда олтингугурт оксидловчи, кислород ва хлор каби анча актив металлмаслар билан реакцияларда эса — қайтарувчи бўлади.

Ишлатилиши. Олтингугурт саноатда ва қишлоқ хўжалигида кенг қўламда ишлатилади. Қазиб олинadиган олтингугуртнинг ярмига яқини сульфат кислота олишга сарфланади. Олтингугуртдан каучукни вулканизлашда фойдаланилади: бунда каучукнинг пухталиги ва эластиклиги ортади. Олтингугурт гули (майин кукун) ҳолида олтингугурт ток ва гўза касалликларига қарши курашда ишлатилади. У ўқдори, гугурт, шуъалаланadиган таркиблар олиш учун ҳам ишлатилади. Тиб-

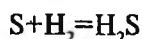
биётда тери касалликларини даволаш учун олтингургуртли сурков дорилар тайёрланади.

9.4- §. Водород сульфид ва сульфидлар

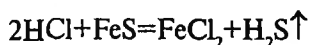
Водород сульфид H_2S — палагда тухум ҳиди келадиган рангсиз газ. У сувда яхши эрийди ($20^\circ C$ да 1 ҳажм сувда 2,5 ҳажм водород сульфид эрийди).

Табиатда учраши. Водород сульфид табиатда вулқон газларида ва баъзи минерал булоқ сувларида, масалан, Пятигорск ва Мацеста булоқларининг сувида учрайди. У турли хил ўсимлик ва ҳайвонот қолдиқларидаги олтингургуртли органик моддалар чириганида ҳосил бўлади. Баъзи оқар сувлардан, ўралар ва ахлат уюмларидан қўланса ҳид келишига сабаб ана шудир.

Олиниши. Водород сульфид олтингургуртни қиздириб туриб водород билан бевосита бириктириш орқали олиниши мумкин:



Лекин у одатда темир (II)- сульфидга суюлтирилган хлорид ёки сульфат кислоталар таъсир эттириш йўли билан олинади:



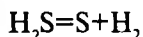
Бу реакция кўпинча Кипп аппаратида ўтказилади.

Физик хоссалари. Водород сульфид — асаб системасига зарар етказадиган жуда заҳарли газ. Шунинг учун водород сульфид билан қилинадиган ишларни мўрили шкафта ёки герметик беркиладиган асбобларда ўтказиш керак. Ишлаб чиқариш биноларида H_2S нинг миқдори 1 л ҳавода кўпи билан 0,01 мг бўлишига рухсат этилади.

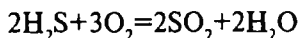
Водород сульфиднинг сувдаги эритмаси *водород сульфидли сув* ёки *сульфид кислота* дейилади (у кучсиз кислота хоссаларига эга).

Кимёвий хоссалари. H_2S — сувга қараганда беқарор бирикма. Бунга сабаб олтингургурт атомининг ўлчамлари кслород атоминикига қараганда катталигидир (9.1- жадвалнинг 6- п. га қ.). Шу сабабли $H - O$ боғланиш $H - S$ боғланишга қараганда қисқа ва пухта бўлади. Қаттиқ қиздирилганда во-

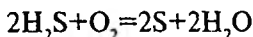
дород сульфид олтингургурт билан водородга деярли тўлиқ ажралади:



Газсимон H_2S ҳавода кўкиш аланга бериб ёниб, олтингургурт (IV)- оксид ва сув ҳосил қилади:

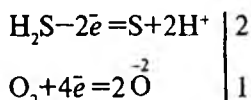


Кислород етишмаганда олтингургурт билан сув ҳосил бўлади:

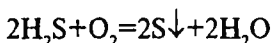


Бу реакциядан саноатда водород сульфиддан олтингургурт олиш учун фойдаланилади.

Водород сульфид — анча кучли қайтарувчи. Унинг буюм муҳим кимёвий хоссасини шундай тушунтириш мумкин. Эритмада H_2S электронларини ҳаво кислородининг молекулаларига осон беради:

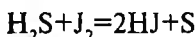


Бу ҳолда H_2S ҳаво кислороди таъсирида олтингургуртга қадам оксидланади, натижада водород сульфидли сув лойқа бўлиб қолади. Реакциянинг умумий тенгламаси:



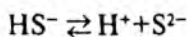
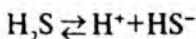
Табиатда органик моддалар чириганида водород сульфид кўмикдорда тўпланмаслигига сабаб ҳам ана шудир — уни ҳаво кислороди оксидлаб, эркин олтингургуртга айлантиради.

Водород сульфид галогенларнинг эритмалари билан шиддатли реакцияга киришади. Масалан:



Бунда олтингургурт ажралиб чиқади ва йод эритмаси рангсизланади.

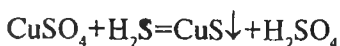
Кучсиз сульфид кислота H^+ ва HS^- ионларга диссоцииланади:



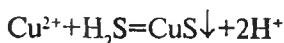
Унинг эритмасида сульфид-ион S^{2-} лар жуда кам миқдорда бўлади.

Сульфидлар. Икки асосли кислота бўлган сульфид кислота икки қатор тузлар — ўрта тузлар (сульфидлар) ва нордон тузлар (гидросульфидлар) ҳосил қилади. Масалан, Na_2S — натрий сульфид, $NaHS$ — натрий гидросульфид.

Гидросульфидларнинг деярли ҳаммаси сувда яхши эрийди. Ишқорий металллар билан ишқорий-ер металлларнинг сульфидлари ҳам сувда эрийди, қолган металлларнинг сульфидлари сувда эримайди ёки кам эрийди; уларнинг баъзилари суюлтирилган кислоталарда ҳам эримайди. Шунинг учун бундай сульфидларни тегишли металл тузининг эритмаси орқали водород сульфид ўтказиш йўли билан олиш мумкин, масалан:



ёки

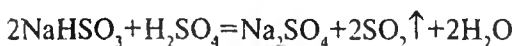


Баъзи сульфидларнинг ўзига хос ранги бўлади: CuS ва PbS — қора, CdS — сариқ, ZnS — оқ, MnS — пушти, SnS — жигарранг, Sb_2S_3 — тўқ сариқ ва ҳ. Катионларнинг сифат анализи сульфидларнинг эрувчанлиги ва улардан кўпчилигининг ранги турлича эканлигига асосланган.

9.5- §. Олтингугурт (IV)- оксид. Сульфит кислота

Олтингугурт (IV)- оксид. Олтингугурт (IV)- оксид, бошқача айтганда сульфит ангидрид одатдаги шароитда ўткир, бўғувчи ҳидли, рангсиз газ. — $10^\circ C$ га қадар совитилганда рангсиз суюқликка айланади. У пўлат баллонларда суюқ ҳолда сақланади.

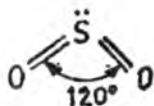
Лабораторияда олтингугурт (IV)- оксид натрий гидросульфит билан сульфат кислотани ўзаро таъсир эттириб олинади:



Шунингдек, мисни концентранган сульфат кислота билан бирга қиздириш йўли билан ҳам олинади:

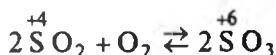


Олтингугурт (IV)- оксид олтингугурт ёндирилганда ҳам ҳосил бўлади. Саноатда SO_2 пирит FeS_2 ёки рангли металлларнинг олтингугуртли рудаларини (рух алдамаси ZnS , қўрғошин ялтироғи PbS ва б.) куйдиришда ҳосил бўлади. Бунда ҳосил бўлган олтингугурт (IV)- оксид SO_2 асосан олтингугурт (VI)- оксид SO_3 ва сульфат кислота (9.6- § га қ.) олишда ишлатилади. SO_2 молекуласининг тузилиш формуласи қуйидагича:



Кўриниб турибдики, SO_2 молекуласида боғланишлар ҳосил бўлишида олтингугуртнинг тўртта электрони ва иккита кислород атомининг тўртта электрони иштирок этади. Боғловчи электронлар жуфтлари билан олтингугурт атомининг бўлинмаган электронлар жуфти бир-бирини итариши туфайли молекула бурчак шаклида бўлади.

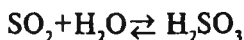
Катализатор иштирокида қиздирилганда SO_2 ҳаво кислородини бириктириб олади ва SO_3 ҳосил бўлади:



Бу реакцияда олтингугуртнинг оксидланиш даражаси +4 дан +6 га қадар ўзгаради, демак SO_2 учун қайтариш хоссалари ҳосил.

Олтингугурт (IV)- оксид кислотали оксидларнинг барча хоссаларини намоён қилади.

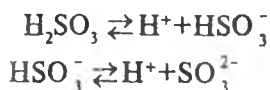
Сульфит кислота. Олтингугурт (IV)- оксид сувда яхши эрийди (1 ҳажм сувда 20°C да 40 ҳажм SO_2 эрийди). Бунда фақат сувдаги эритмадагина мавжуд бўладиган сульфит кислота ҳосил бўлади:



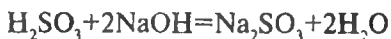
SO_2 нинг сув билан бирикиш реакцияси қайтар реакция. Сувдаги эритмада олтингугурт (IV)- оксид билан сульфит кислота силжувчан кимёвий мувозанатда бўлади. H_2SO_3 ишқор билан боғланганда (кислота нейтралланганда) реакция сульфит кислота ҳосил бўлиш томонига боради; SO_2 йўқотиб турилса (эритма орқали азот ўтказилса ёки эритма қи?

дирилса), реакция бошланғич моддалар ҳосил бўлиш томо-нига боради. Сульфит кислота эритмасида доимо олтингургурт (IV)- оксид бўлади ва у кислотага ўткир ҳид беради.

Сульфит кислотала кислоталарнинг барча хоссалари бор. Эритмада H_2SO_3 босқич билан диссоциланади:



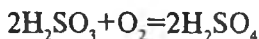
У икки асосли кислота бўлгани учун икки қатор тузлар — сульфитлар ва гидросульфитлар ҳосил қилади. Кислота ишқор билан тўлиқ нейтралланганда сульфитлар ҳосил бўлади:



Ишқор камроқ бўлганда (кислотани тўлиқ нейтраллаш учун зарур бўлган миқдоридан камроқ) гидросульфитлар ҳосил бўлади:

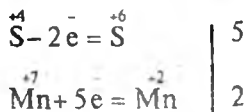
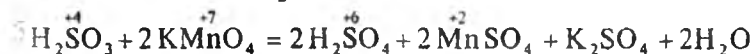
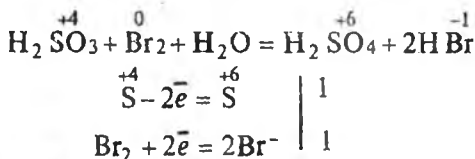


Олтингургурт (IV)- оксид каби сульфит кислота ва унинг тузлари кучли қайтарувчилар ҳисобланади. Бунда олтингургуртнинг оксидланиш даражаси ортади. Масалан, H_2SO_3 ҳатто ҳаво кислороди таъсирида ҳам осон оксидланиб, сульфат кислотага айланади:



Шунинг учун узоқ вақт сақланган сульфит кислота эритмаларида доимо сульфат кислота ҳам бўлади.

Сульфит кислота бром ва калий перманганат таъсирида осонда осон оксидланади:



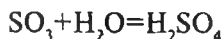
Олтингугурт (IV)- оксид ва сульфит кислота кўпчилик бўёқларни рангсизлантиради, чунки удар билан рангсиз бирикмалар ҳосил қилади. Бу рангсиз бирикмалар қиздирилганда ёки ёруғда яна парчаланиши мумкин, натижада ранг қайтадан тикланади. Демак, SO_2 билан H_2SO_3 нинг оқартириш таъсири хлорнинг оқартириш таъсиридан фарқ қилар экан. Одатда жун, ипак ва похол олтингугурт (IV)- оксид таъсирида оқартирилади (хлорли сув бу материалларни емиради).

Олтингугурт (IV)- оксид кўпчилик микроорганизмларни ўлддиради. Шу сабабли моғор замбуруғларини йўқотиш учун ертўдалар, вино бочкалари ва бошқалар олтингугурт (IV)- оксид билан дулланади. Бу оксиддан меваларни ташиш ва сақлашда ҳам фойдаланилади. Олтингугурт (IV)- оксиднинг кўп миқдори сульфат кислота олишда сарфланади.

Кальций гидросульфит $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ эритмаси (сульфитли эритма) муҳим аҳамиятга эга бўлиб, ёғоч тодалари ва қоғоз массага шу эритма билан ишлов берилади.

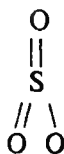
9.6- §. Олтингугурт (VI)- оксид. Сульфат кислота

Олтингугурт (VI)- оксид. Олтингугурт (VI)- оксид рангсиз суюқдик, 17°C дан паст температурада қаттиқ кристалл масса бўлиб қотади. У намликни шиддат билан ютиб, сульфат кислота ҳосил қилади:



Шу сабабли бу оксид оғзи кавшарлаб бекитилган колбаларда сақланади.

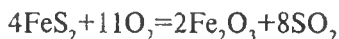
Олтингугурт (VI)- оксид кислотали оксидларнинг барча хоссаларига эга. У SO_2 ни оксидлаш йўли билан олинади. Олтингугурт (VI)- оксид сульфат кислота ишлаб чиқаришда оралиқ маҳсулот ҳисобланади. SO_3 молекуласи марказида олтингугурт атоми бўлган учбурчак шаклида бўлади:



Бундай тузилиш боғловчи электрон жуфтларнинг бир-би-

рини итариши туфайлидир. Ударнинг ҳосил бўлишига олтингургурт атоми олтита ташқи электронини беради.

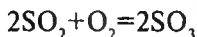
Сульфат кислота. Сульфат кислота олишнинг контакт усули энг катта аҳамиятга эга. Бу усул билан исталган концентрациядаги H_2SO_4 ни, шунингдек олеум, яъни SO_3 нинг H_2SO_4 даги эритмасини олиш мумкин. Жараён уч босқичдан иборат бўлади: 1) SO_2 олиш, 2) SO_2 ни оксидлаб SO_3 га айлантириш ва 3) H_2SO_4 олиш. SO_2 пирит FeS_2 ни махсус печларда куйдириш йўли билан олинади:



Куйдириш жараёнини тезлаштириш учун пирит олдиндан майдаланади, олтингургуртнинг тўлиқ ёниши учун эса реакцияга зарур бўлгандан кўра анча кўпроқ ҳаво (кислород) қўшилади. Куйдириш печидан чиқаётган газ олтингургурт (IV)-оксид, кислород, азот, мишьяк бирикмалари (колчедандаги қўшимчалардан) ва сув буғларидан иборат бўлади. Бу газ *куйдириш гази* дейилади.

Куйдириш гази яхшилаб тозаланади, чунки унинг таркибидаги ҳатто жуда оз миқдордаги мишьяк бирикмалари, шунингдек, чанг ва намлик катализаторни заҳарлайди. Газни махсус электрофилтрлар ва ювиш минораси орқали ўтказиб, мишьяк бирикмаларидан ва чангдан тозаланади; намлик қуритиш минорасидаги концентрланган сульфат кислотага юттирилади. Таркибида кислород бўлган тозаланган газ иссиқлик алмаштиргичда 450°C га қадар қиздирилади ва контакт аппаратига ўтади. Контакт аппаратининг ичида катализатор тўлдирилган тўрсимон токчалар бўлади.

Илгари катализатор сифатида жуда майдаланган платина металидан фойдаланилар эди. Кейинчалик унинг ўрнига ванадий бирикмалари — ванадий (V)- оксид V_2O_5 ёки ванадил сульфат VOSO_4 ишлатиладиган бўлди, улар платинадан арзонроқ ва секин заҳарланади. SO_2 нинг SO_3 га қадар оксидланиш реакцияси қайтар реакция:



Куйдириш газида кислород миқдорини кўпайтириш олтингургурт (VI)- оксид ҳосил бўлишини кўпайтиради: унинг унуми 450°C да 95% ва ундан кўп бўлади.

SO_3 концентрланган сульфат кислотага юттирилганда

олеум ҳосил бўлади. Олеумни сув қўшиб суюлтириб, зарурий концентрациядаги кислотани олиш мумкин. Шунга таъкидлаб ўтиш керакки, олтингугурт (VI)- оксидни сувга эмас концентрданган H_2SO_4 га юттириш мақсадга мувофиқдир чунки у контакт аппаратида пуркалиб чиқади ва сув буғлари билан туман ҳосил қилади; бу туман сульфат кислотанинг майда томчиларидан иборат бўлади ва сувга ютилмайди. SO_3 концентрданган сульфат кислотага юттирилганда туман ҳосил бўлмайди.

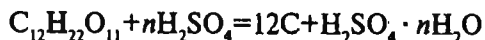
Концентрданган сульфат кислота темир йўлларда пўдаластерналарда ташилади.

9.7- §. Сульфат кислотанинг хоссалари ва унинг амалий аҳамияти

Физикавий хоссалари. Сульфат кислота — оғир, рангсиз мойсимон суюқлик. Жуда гигроскопик. Намликни ютиб, кўп миқдорда иссиқлик чиқаради, шу сабабли сувни концентрданган кислотага қуйиш ярамайди — кислота сачраб кетади. Суюлтириш учун сульфат кислотани оз-оздан сувга қуйиш керак.

Сувсиз сульфат кислота 70% га қадар олтингугурт (VI)- оксидни эритади. Одатдаги температурада у учувчан эмас ва ҳидсиз. Қиздирилганда таркибида 98,3% H_2SO_4 бор эритма ҳосил бўлгунга қадар SO_3 ни ажратиб чиқаради. Сувсиз H_2SO_4 электр токини деярли ўтказмайди.

Кимёвий хоссалари. Концентрданган сульфат кислота органик моддалардан — шакар, қоғоз, ёғоч, тода ва ҳоказо сув элементларини тортиб олиб, уларни кўмирга айлантиради. Бунда сульфат кислотанинг гидратлари ҳосил бўлади. Шакарнинг кўмирланишини ушбу тенглама билан ифодалаш мумкин:



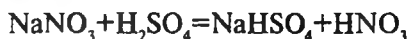
Ҳосил бўлган кўмир қисман кислота билан реакцияга киришади:



Шу сабабли савдога чиқариладиган кислота унга тасодифан тушиб қолган ва кўмирга айланган чанг ҳамда органик моддалар туфайли қўнғир рангли бўлади.

Газларни қуритиш сульфат кислотанинг сувни ютишига асосланган.

Учувчан бўлмаган кучли H_2SO_4 қуруқ тузлардан бошқа кислоталарни сиқиб чиқаради. Масалан:



Лекин, агар H_2SO_4 тузларнинг эритмаларига қушилса, у ҳолда кислоталарни сиқиб чиқармайди.

Сульфат кислотанинг жуда муҳим кимёвий хоссаси — унинг металлларга муносабатидир. Суюлтирилган ва концентранган сульфат кислоталар металл билан турлича реакцияга киришади.

Суюлтирилган сульфат кислота стандарт электрод потенциаллар қаторида водороддан оддинда жойлашган металлларни эритади. Лекин қурғошин сиртида парда PbSO_4 ҳосил бўлади, у металлни кислота билан яна реакцияга киришишидан муҳофаза қилади. Стандарт электрод потенциаллар қаторида водороддан кейин турган металллар суюлтирилган H_2SO_4 билан реакцияга киришмайди.

Концентранган сульфат кислота одатдаги температурада кўпчилик металллар билан реакцияга киришмайди. Шу сабабли сувсиз сульфат кислотани темир идишларда сақлаш ва пулат цистерналарда ташиш мумкин*. Лекин қиздирилганда концентранган H_2SO_4 деярли барча металллар билан (Pt, Au ва баъзи бошқа металллардан ташқари, реакцияга киришади). Бунда у оксидловчи сифатида таъсир этади, ўзи эса одатда SO_2 га қадар қайтарилади. Бунда водород ажралиб чиқмайди, балки сув ҳосил бўлади. Масалан:



Сульфат кислотада кислоталарнинг барча хоссалари бор.

Сульфат кислотанинг аҳамияти. Сульфат кислота анорганик кислоталар, ишқорлар, тузлар, минерал ўғитлар ва хлор ишлаб чиқарадиган асосий кимё саноатининг муҳим маҳсулоти ҳисобланади.

Турли-туман мақсадларда ишлатилиши жиҳатидан сульфат кислота кислоталар орасида биринчи ўринда туради. Унинг энг кўп миқдори фосфорли ва азотли ўғитлар олишга сарфланади. Учувчан бўлмаганлиги сабабли сульфат кислотадан бошқа кислоталар — хлорид, фторид, фосфат, сирка

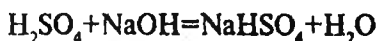
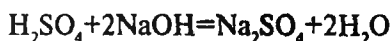
кислота ва ҳ. олиш учун фойдаланилади. Унинг анчагина миқдори нефть маҳсулотларини — бензин, керосин ва сурков мойларини зарарли қўшимчалардан тозалашга сарфланади. Машинасозликда сульфат кислота билан металлларнинг сирти қоплаш (никеллаш, хромлаш ва б.) олдиан оксидлардан тозаланади. Сульфат кислота портловчи моддалар, сунъий тола, бўёқлар, пластмассалар ва кўпгина бошқа моддалар ишлаб чиқаришда ишлатилади. У аккумуляторларга қуйиш учун ҳам ишлатилади. Қишлоқ хўжалигида сульфат кислотадан бегона ўтларга қарши курашда фойдаланилади.

Сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг деярли барча соҳаларида ишлатилади, дейиш мумкин. «Техникада сульфат кислота каби кўп ишлатиладиган бошқа, сунъий равишда олинadиган моддани топиш қийин, — деб ёзган эди Д. И. Менделеев «Основы химии» китобида. — Техникавий фаолият қасрда ривожланган бўлса, ўша ерда кўп сульфат кислота ишлатилади».

Сульфат кислотанинг халқ хўжалигидаги аҳамиятини шундан ҳам билса бўлади.

9.8- §. Сульфат кислотанинг тузлари

Сульфат кислота икки асосли кислота бўлгани учун икки қатор тузлар: с у л ь ф а т л а р дейиладиган ўрта тузлар ва г и д р о с у л ь ф а т л а р дейиладиган нордон тузлар ҳосил қилади. Кислота ишқор таъсирида тўлиқ нейтралланганда (бир моль кислотага икки моль ишқор тўғри келади) сульфатлар, ишқор етишмаганда (бир моль кислотага — бир моль ишқор) гидросульфатлар ҳосил бўлади:

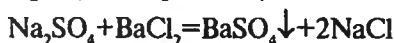
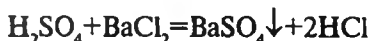


Сульфат кислотанинг кўпчилик тузларининг амалий аҳамияти катта.

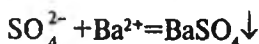
Сульфат — ионга сифат реакция. Сульфат кислотанин кўпчилик тузлари сувда эрийди. CaSO_4 ва PbSO_4 тузлар сувда кам эрийди, BaSO_4 эса сувда ҳам, кислоталарда ҳам амалд

* Пулат цистерналарда меланж — концентранган нитра ва сульфат кислоталарнинг аралашмаси ҳам ташилади.

эримайди. Бу хоссасидан барийнинг исталган эрувчан тузидан, масалан BaCl_2 дан сульфат кислота ва унинг тузлари га (тўғрироғи SO_4^{2-} ионига) реагент сифатида фойдаланишга имкон беради:



ёки ионли кўринишда:



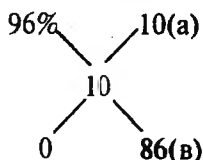
Бунда барий сульфатнинг сувда ва кислоталарда эримай-диган оқ чўкмаси тушади.

9- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УЛАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

9.1. Солиштирма оғирлиги 1, 84 г/мл бўлган 96% ли сульфат кислотадан 50 г 10% ли эритма тайёрлаш учун ҳажмлари (мл) қандай бўлган кислота ва сувдан олиш керак? Эритма ҳосил бўлишида ҳажм ўзгаришини ҳисобга олманг.

- А) 2,8 ва 44,8 В) 2,7 ва 47,3 С) 3,2 ва 46,8
Д) 3,0 ва 47,0 Е) 2,5 ва 47,5

Ечиш. Бундай турдаги масалаларни ечишда крест қоида-сидан фойдаланиш қулай бўлади:



$10 + 86 = 96$ масса бирлик тай-

ёрлашини керак бўлган эритманинг массаси (50 г) га пропорционал бўлиб, а қатордаги 10 ва в даги 86 лар 96% ли кислота эритмаси ва суюлтириш учун керак бўлган сувнинг массасига пропорционал бўлади:

96 масса бирлик 50 г бўлса

10 “ “ х бўлади, яъни

$$X = \frac{10 \cdot 50}{96} = 5,21 \text{ г ёки ҳажми } V (\text{кислота}) = \frac{5,21}{1,84} = 2,81 \text{ мл}$$

бўлади. Сувнинг массасини қуйидаги пропорциядан топамиз:

$$\frac{96 - 50}{86 - x} \quad x = \frac{50 \cdot 86}{96} = 44,8 \text{ г, сувнинг зичлигини } 1,0 \text{ га тен}$$

деб олсак, унинг ҳажми ҳам 44,8 мл бўлади.

Бу масалани бошқача ҳам ечиб кўрайлик: 10% ли 50 г эритма таркибидаги кислота массаси m (кислота) $= 50 \cdot 0,1 = 5$ г бўлади. Солиштирама оғирлиги 1,84 г/мл бўлган эритманинг 100 г массасидаги кислота массаси 96 г бўлса, бизга керак бўлган 5 г кислота унинг қандай массасида бўлишини қуйидаги пропорциядан топамиз:

100 г эритмада 96 г кислота бўлса,
 x г эритмада 5 г кислота бўлади:

$$x = \frac{5100}{96} = 5,2 \text{ г. Унинг ҳажми эса}$$

$$V (\text{кислота}) = \frac{5,2}{1,84} = 2,8 \text{ мл}$$

Суюлтириш учун керакди бўлган сувнинг массаси $50 - 5,2 = 44,8$ г бўлади.

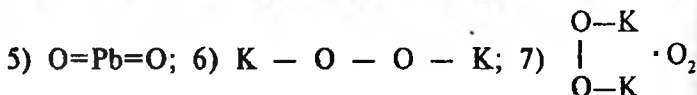
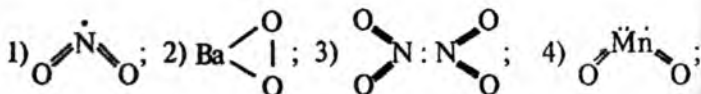
Жавоб: А бўлади.

9.2. Қуйидаги формулалар орасидан пероксидларга тааллуқли бўлганларини танланг.

1) NO_2 ; 2) BaO_2 ; 3) N_2O_4 ; 4) MnO_2 ; 5) PbO_2
 6) KO_2 ; 7) K_2O_4 .

А) 1,7 В) 2,4 С) 3,4 D) 4,5 Е) 2,6

Ечиш: Берилган моддаларнинг структур формулаларини келтирамиз:



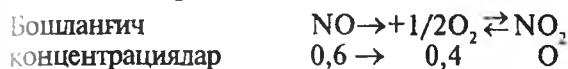
Келтирилган формулалар орасидан фақат 2 ва 6 пероксидларга тааллуқли, 7 си эса субпероксидга тегишли.

Жавоб: Е бўлади.

9.3. Юқори температурада реакцион идишда 0,6 мол азот (II) оксид ва 0,4 мол O_2 орасидаги реакциянинг мувозанат константаси 6 га тенг. Шу реакция содир бўлаётган идишнинг ҳажмини ҳисобланг.

А) 0,4 В) 0,6 С) 0,45 Д) 0,55 Е) 0,65

Ечиш: Жараённинг тенгламаси



Мувозанат қарор
топганда сарф
бўлган концентра-
цияси

$-x$ моль $-1/2 x$ моль x моль

Моддаларнинг

концентрациялари $(0,6-x)$ моль $(0,4-1/2 x)$ мол x мол

Моддалар концентрациялари йиғиндиси

$$0,6-x+0,4-1/2x=x$$

$$0,6+0,4= x+x+1/2x$$

$$1=2,5x \quad x=0,4 \text{ мол}$$

Ҳада $NO + 1/2 O_2 \rightleftharpoons NO_2$

$$0,6-0,4 \quad 0,4-0,5 \cdot 0,4 \quad 0,4$$

$$0,2 \quad \quad 0,2 \quad \quad 0,4$$

$$6 = \frac{\frac{0,4}{V}}{\frac{0,2}{V} \left(\frac{0,2}{V} \right)^{1/2}} \quad 6 = \frac{2}{\left(\frac{0,2}{V} \right)^{1/2}}$$

$$3 = \frac{1}{\left(\frac{0,2}{V} \right)^{1/2}}; \quad 3 = \frac{V}{0,2}; \quad V=3 \cdot 0,2=0,6 \text{ л}$$

Жавоб: В бўлади.

9.4. Водород пероксид қандай жараёнларда оксидловчи
эки қайтарувчи, ёхуд ҳам оксидловчи, ҳам қайтарувчи бўла
лади?

1) ўртача кучли оксидловчилар иштирокида қай-
тарувчи бўлади;

2) жуда кучли оксидловчилар иштирокида қайтарувчи бўлади ва реакцияда кислород ҳосил бўлади; 3) кучли қайтарувчилар иштирокида оксидловчи бўлади, бунда O^- электрони бериб, молекуляр кислород ҳосил қилади; 4) кучли қайтарувчилар қатнашган реакцияга ўзига электрон бириктириб O^{2-} ҳолатида сув таркибига киради; 5) оддий шароитда оксидловчи ва қайтарувчилар бўлмаган шароитда, катализатор сифатида кўпчилик металллар оксидлари иштирок этганда диспропорцияланиш реакциясида қатнашади.

A) 1,3,4 B) 2,3,5 C) 1,3,5 D) 2,4,5 E) 1,2,5

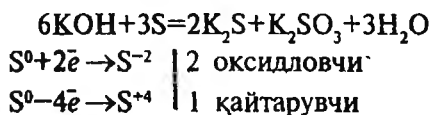
Жавоб: Д бўлади.

9.5. Оддий модда ҳолдаги олтингугурт атоми диспропорция реакциясида қатнашиши мумкинми, бундай реакция қандай шароитда содир бўлиши мумкин?

- 1) йўқ, бу хосса электрманфийлиги катта бўлган элементлар атоми учун хос хусусиятдир;
- 2) бундай жараёни жуда кучли кислоталар иштирокидагина амалга ошириш мумкин;
- 3) бундай реакцияни нейтрал шароитда олиб бориш мумкин;
- 4) олтингугуртни ишқор муҳитида қайнатганда амалга ошириш мумкин.

A) 1; B) 2,3; C) 3; D) 1,3; E) 4.

Ечиш. Олтингугурт оддий модда ҳолатида ўзгарувчан валентликка эга бўлган элементлар атомлари (хлор, кислород) каби айтиб ўтилган хоссага эга. Масалан, майдаланган олтингугуртни ишқор эритмасида қайнатилганда сульфид ва сульфат ионларига ўтади:



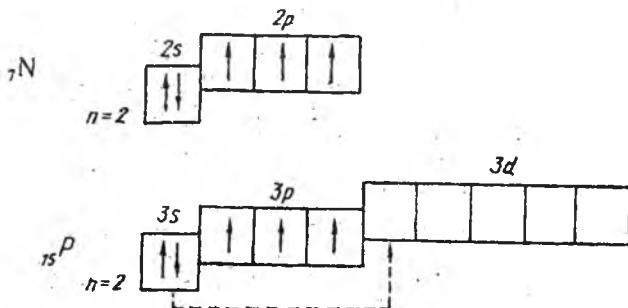
Жавоб: Е бўлади.

10- Б О Б. АЗОТ ГРУППАЧАСИ

10.1- §. Азот группачасининг умумий тавсифи

Бешта элемент: азот, фосфор, сурьма, мышьяк ва висмут азот группачасини ташкил этади. Булар Д. И. Менделеев даврий системасининг V группасидаги p - элементлардир. Улар атомларининг ташқи энергетик поғонасида бештадан электрон бўлади — ns^2np^3 (10.1- жадвал, 2- п.). Шу сабабли бу элементларнинг юқори оксидланиш даражаси $+5$ га, қуйи оксидланиш даражаси -3 га тенг, $+3$ оксидланиш даражасида ҳам бўлади.

Азот билан фосфор мисолида элементларнинг валент ҳолатларини кўриб чиқамиз. Улар атомларининг ташқи энергетик поғоналарининг тузилиши қуйидагича:



Азот атомида учта жуфтлашмаган электрон бор. Шу сабабли азотнинг валентлиги учга тенг. Ташқи поғонасида d -поғонача йўқлиги туфайли унинг электронлари бир-биридан ажрала олмайди. Лекин азот атоми $2s$ -поғоначасидан бошқа электрманфий атомга битта электрон бериши мумкин, шунда у зарядли бўлади $(N)^{+1}$ ва тўртта жуфтлашмаган электронга эга бўлиб қолади, яъни тўрт валентли бўлади. Бу ҳол, масалан нитрат кислота HNO_3 да кузатилади. Азот беш валентли бўла олмайди (3.10-§ га қ.).

Группачадаги фосфор ва ундан кейинги элементларнинг атомларида $3d$ -поғоначасида эркин орбиталлари бор, шу сабабли қўзғалган ҳолатга ўтишида $3s$ -электронлар бир-биридан ажралади (пунктир стрелка билан кўрсатилган).

Шундай қилиб, азот группачасидаги барча элементларнинг қўзғалмаган ҳолатдаги валентлиги учга, қўзғалган ҳолатида эса азотдан бошқаларининг валентлиги бешга тенг.

10.1- ж а д в а л. Азот группачасидаги элементларнинг хоссалари

Хоссалари	N	P	As	Sb	Bi
1. Тартиб номери	7	15	33	51	83
2. Валент электронлари	$2s^2 2p^3$	$3s^2 3p^3$	$4s^2 4p^3$	$5s^2 5p^3$	$6s^2 6p^3$
3. Атомининг ионланиш энергияси, эВ	14,5	10,5	9,8	8,6	7,3
4. Нисбий электронфийлиги	3,07	2,1	2,2	1,82	1,67
5. Бирикмаларидаги оксидланиш даражаси	+5, +4, +3, +2, -3, -2, -1	+5, +4 +9, +1, 3, -2	+5, +3, -3	+5, +3, -3	+5, +3, -3
6. Атомининг радиуси, нм,	0,071	0,13	0,15	0,16	0,18

Азот группачасидаги элементлар водород билан RH_3 таркибли бирикмалар ҳосил қилади. RH_3 молекулалари пирамида шаклида бўлади (3.4- расмга қ.). Бу бирикмаларда элементларнинг водород билан боғланишлари кислород группачасидаги ва айниқса галогенлар группачасидаги элементларнинг шунга ўхшаш бирикмаларидагига қараганда пухтароқ бўлади. Шунинг учун азот группачасидаги элементларнинг водородли бирикмалари сувдаги эритмаларда водород ионларини ҳосил қилмайди.

Азот группачасидаги элементлар кислород билан умумий формуласи R_2O_3 ва R_2O_5 бўлган оксидлар ҳосил қилади. Оксидларга HRO_2 , HRO_3 кислоталар (ва азотдан бошқа элементларда ортокислоталар H_3RO_4) мувофиқ келади. Группача доирасида оксидларнинг хусусияти шундай ўзгаради: N_2O_5 — кислотали оксид; P_4O_6 — кучсиз кислотали оксид; As_2O_3 — кислотали хоссалари кучлироқ амфотер оксид; Sb_2O_3 — асос хоссалари кучлироқ амфотер оксид; Bi_2O_3 — асосли оксид. Шундай қилиб, R_2O_3 ва R_2O_5 таркибли оксидларнинг кислота хоссалари элементнинг тартиб номери ортиши билан камаяди (10.1- жадвал, 1- п).

10.1- жадвалнинг 3 ва 6- пунктларидан кўриниб туриб

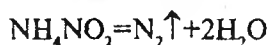
дики, группачада тартиб номери ортиши билан металлмас-лик хоссалари сусаяди, металл хоссалари эса кучаяди. Водородли бирикмалари RH_3 нинг NH_3 дан BiH_3 га томон пухталиги камайишининг, шунингдек, кислородли бирик-малари пухталигининг тескари тартибда камайишининг сабаби ана шундадир.

Группачадаги биринчи ва охирги элементнинг хоссала-ри бир-биридан катта фарқ қилади; азот — металлмас ($x=3,07$), висмут — металл ($x=1,67$). Лекин 10.1- жадвалда келтирилган маълумотлардан кўриниб турибдики, бирин-чидан охирги элементга ўтиш маълум қонуният билан, атом ядросининг заряди ва элементнинг тартиб номери ортиб бориши билан амалга ошади.

10.2- §. Азот. Сигма- ва пи- боғланишлар

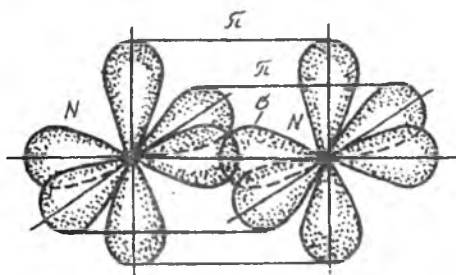
Табиатда учраши. Азот табиатда асосан эркин ҳолатда учрайди. Ҳавода унинг ҳажмий улуши 78,09%, масса улу-ши 75,6% бўлади. Оз миқдорда азот бирикмалари тупроқда бўлади. Азот оксид моддалар ва кўпчилик табиий органик бирикмалар таркибига киради. Азотнинг ер пўстлоғидаги умумий миқдори 0,01%.

Олиниши. Техникада азот суюқ ҳаводан олинади. Маъ-лумки, ҳаво — газлар, асосан азот билан кислород аралаш-масидан иборат. Ер юзасидаги қуруқ ҳавонинг таркиби (ҳажмий улушларда): азот 78,09%, кислород 20,95%. нодир газлар 0,93%, углерод (VI)- оксид 0,03%, шунингдек, та-содиций қўшимчалар — чанг, микроорганизмлар, водород сульфид, олтингугурт (VI)- оксид ва б. Азот олиш учун ҳаво суюқ ҳолатга ўтказилади, сўнгра буғлатиш йўли билан учув-чанлиги камроқ бўлган кислороддан ажратилади (азотнинг қайн. температураси — 195,8°C, кислородники — 183°C). Шу йўл билан олинган азот таркибида нодир газлар (асосан аргон) қўшимчалари бўлади. Соф азотни лаборатория шароитида аммоний нитритни қиздириб парчалаш орқали олиш мумкин:

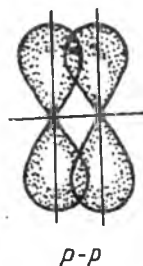


Сигма- ва пи- боғланишлар. Оддий модда бўлган азот-нинг физикавий ва кимёвий хоссаларини тушунтириш учун унинг молекуласининг тузилишини анча мукамал кўриб

чиқиш керак. Азот атоми ташқи поғонасининг электрон тузилишидан (27- § га қ.) кўриниб турибдики, унинг кимёвий боғланишлари ҳар қайси атомининг учта жуфтлашмаган p - электронлари ҳисобига амалга ошади; p - орбиталлар гантел шаклида бўлади ва фазовий координаталар ўқлари бўйлаб йўналган. Булар p_x , p_y ва p_z - орбиталлардир. Кимёвий боғланишлар ҳосил бўлиши атомлар орбиталларининг бир-бирини қоплаш натижасидир (3.1- §). Азот молекуласида учламчи боғланиш ҳосил бўлишини 10.1- расмда кўрсатилгани каби тасаввур қилиш мумкин (N_2 молекуласида кимёвий боғланиш умумий p - электронлар жуфти ҳисобига амалга ошади, уларнинг орбиталлари x , y , z ўқлари бўйлаб йўналган).



10.1- расм. Азот молекуласидаги σ ва π - боғланишлар.



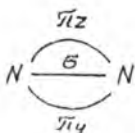
10.2- расм. π - боғланишларнинг ҳосил бўлиш схемаси.

Орбиталлар бирикаётган атомларнинг марказларини боғловчи чизик бўйлаб бир-бирини қоплаганида ҳосил бўладиган ковалент боғланиш σ (сигма) боғланиш дейилади.

Бирламчи боғланишларнинг ҳаммаси σ - боғланиш бўлади. Қолган p_y ва p_z орбиталлар атомларнинг марказларини боғловчи чизикнинг иккала томонидан бир-бирини қоплайди (10.2- расм).

Орбиталлар бирикаётган атомларнинг марказларини боғловчи чизикнинг иккала томони бўйлаб бир-бирини қоплаганида вужудга келадиган ковалент боғланиш π (пи)- боғланиш дейилади.

Шундай қилиб, азот молекуласида битта σ - боғланиш ва иккита π - боғланиш, ҳаммаси бўлиб учта боғланиш бор, буни қуйидагича тасвирлаш мумкин:

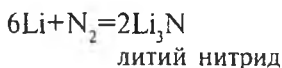


Физикавий хоссалари. Азот — рангсиз, ҳидсиз ва таъм-сиз газ, ҳаводан енгил. Сувда эрувчанлиги кислородникидан кам: 20°C да 1 л сувда 15,4 мл азот эрийди (кислород 31 мл). Шу сабабли сувда эриган ҳавода кислороднинг азотга нисбатан миқдори атмосферадагидан кўп бўлади. Азотнинг сувда кам эрувчанлигига, шунингдек, унинг қайнаш температураси жуда пастлигига сабаб, азот билан сув молекулалари орасидаги ва азот молекулалари орасидаги молекулалараро ўзаро таъсирнинг жуда бўшлиғидир.

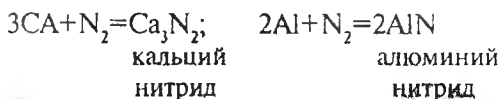
Табиий азот масса сонлари 14 (99,64%) ва 15 (0,36%) бўлган иккита барқарор изотопдан таркиб топган.

Кимёвий хоссалари. Азот молекуласи икки атомдан иборат. Улар орасидаги боғланиш узунлиги жуда қисқа — 0,109 нм. Учдамчи боғланиш ва унинг қисқалиги молекуланинг пухталигига сабаб бўлади. (боғланиш энергияси 964 кЖ/моль). Азотнинг одатдаги температурада реакцияга кам киришувчанлигига сабаб ана шудир (O_2 ва Cl_2 билан таққосланг).

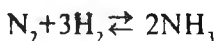
Хона температурасида азот фақат литий билан бевосита бирикади:



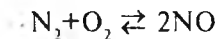
У бошқа металллар билан фақат юқори температуралагина реакцияга киришиб, нитридлар ҳосил қилади. Масалан:



Азот водород билан юқори босим ва температурада катализатор иштирокида бирикади:



Электр ёйи температурасида (3000—4000°C) азот кислород билан бирикади:



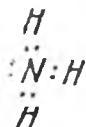
Азот атомининг ташқи энергетик поғонасида 5 электрон борлиғи сабабли азот -3 ва $+5$, шунингдек, $+4$, $+3$, $+2$, $+1$, -1 ва -2 оксидланиш даражаларини намоён қилади.

Ишлатилиши. Азот аммиак олиш учун кўп миқдорларда ишлатилади. Ундан инерт муҳит ҳосил қилиш — чўғланиш электр лампаларини ва симобли термометрларда бўшлиқларни тўлдириш учун ва ёнувчи суюқликларни босим билан узатиб беришда фойдаланилади. Пўлат буюмларнинг сирти азотланади, яъни уларнинг сиртига юқори температурада азот тўйинтирилади. Натижада сирт қатламида темир нитридлари ҳосил бўлади, улар пўлатга қаттиқлик бахш этади. Бундай пўлат 500°C гача қиздирилганда ҳам қаттиқлигини йўқотмайди.

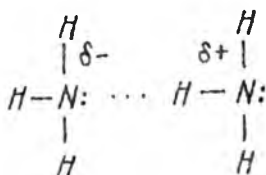
Азот ўсимлик ва ҳайвонлар ҳаётида катта аҳамиятга эга, чунки у оқсил моддалар таркибига киради. Азот бирикмалари минерал ўғитлар, портловчи моддалар ишлаб чиқаришда ва саноатнинг бошқа кўпгина тармоқларида ишлатилади.

10.3- §. Аммиак

Молекуласининг тузилиши. Азот водород билан бир неча хил бирикма ҳосил қилади, улардан энг муҳими аммиакдир. Аммиак молекуласининг электрон формуласи қуйидагича:



Кўриниб турибдики, азотдаги тўртта электронлар жуфтидан учтаси умумий (боғловчи) ва биттаси бўлинмагай (боғловчи эмас). NH_3 молекуласининг тузилиши илгари (3.4 расмга қ.) кўриб чиқилган эди. У пирамида шаклида бўлади. Кимёвий боғланиш қутбли: мусбат заряд водород атомларида, манфий заряд — азот атомида тўпланган. Шу туфайли аммиак молекулалари орасида водород боғланиш ҳосил бўлади, буни шундай тасвирлаш мумкин:

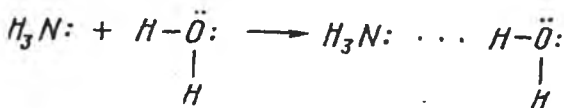


Водород боғланишлар борлиги туфайли аммиакнинг суюқланиш ва қайнаш температураси нисбатан юқори, буғланиш иссиқлиги ҳам катта бўлади, у осон суюқликка айланади.

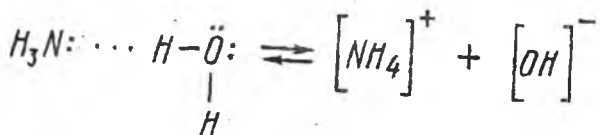
Физикавий хоссалари. Аммиак — ўзига хос ўткир ҳидли рангсиз газ, ҳаводан деярли икки марта енгил. Босим оширилганда ёки аммиак совитилганда у осонлик билан рангсиз суюқликка айланади (қайнаш температураси — 33,4°C). Аммиак сувда жуда яхши эрийди (20°C да 1 ҳажм сувда 700 ҳажм NH_3 эрийди).

Аммиакнинг сувдаги эритмаси *аммиакли сув* ёки *навшадил спирти* дейилади. Қайнатилганда эриган аммиак эритмадан учиб чиқиб кетади.

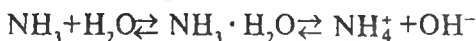
Кимёвий хоссалари. Аммиакнинг сувда кўп эрувчанлигига сабаб унинг молекулалари орасида водород боғланишлар ҳосил бўлишидир:



Лекин аммиакнинг бундай гидратлари* билан бир қаторда қисман аммоний ионлари ва гидроксид-ионлар ҳам ҳосил бўлади:



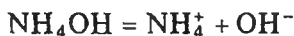
Гидроксид ионлар борлиги сабабли аммиакли сув кучсиз ишқорий муҳитга эга бўлади. Гидроксид-ионлар NH_4^+ ионлари билан ўзаро таъсирлашганида яна водород боғланиш билан боғланган NH_3 ва H_2O молекулалари ҳосил бўлади, яъни реакция тескари йўналишда кетади. Аммиакли сувда аммоний ионлари ва гидроксид-ионлар ҳосил бўлишини ушбу тенглама билан ифодалаш мумкин:



Аммиакли сувда аммиакнинг энг кўп қисми NH_3 молекулалари ҳолида бўлади, мувозанат аммиак ҳосил бўлиш

* Гидратлар — сувнинг моддаларга бирикиш маҳсулотларидир.

томонига силжиган, шу сабабли бу сувдан аммиак ҳиди келади. Шунга қарамай, аммиакнинг сувдаги эритмасини NH_4OH формула * билан ифодалаш одат бўлиб қолган ва у аммоний гидроксид дейилади, аммиак эритмасининг ишқорий муҳити эса NH_4OH молекулаларининг диссоциланиш натижаси деб қаралади:



Аммиакнинг сувдаги эритмасида гидроксид-ионларнинг концентрацияси кичик бўлганлиги сабабли аммоний гидроксид кучсиз асослар қаторига киритилади.

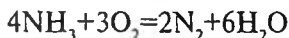
Шундай қилиб, аммиакнинг сув билан ўзаро таъсир реакциясида аммиак молекуласига сувдан протон бирикади, натижада аммоний катиони NH_4^+ ва гидроксид — ион OH^- ҳосил бўлади. Аммоний катионида тўртта ковалент боғланиш бор, улардан биттаси донор-акцепторли механизм бўйича ҳосил бўлган (3.1- §).

Аммиакнинг муҳим кимёвий хоссаси унинг кислоталақ билан ўзаро таъсирлашиб, а м м о н и й т у з л а р и н и ҳосил қилишидир. Бу ҳолда аммиак молекуласига кислотанинг водород иони бирикиб, туз таркибига кирадиган аммоний ионини ҳосил қилади:

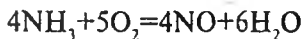


Келтирилган мисоллардан аммиак учун протонлар бириктириб олиш реакциялари ҳосдир, деган хулоса келиб чиқади.

Аммиак кислородда ва олдиндан қиздирилган ҳавода ёниб, азот ҳамда сув ҳосил қилади:



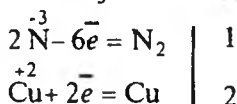
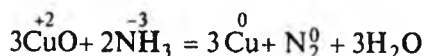
Катализатор (масалан, платина, хром (III)- оксид иштирокида реакция азот (II)- оксид ва сув ҳосил бўлиши билан боради:



Бу реакция аммиакнинг каталитик оксидланиши дейилади

* Бундай модда мавжуд бўлмаганлиги учун уни одатга қарши гидрат $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ сифатида ёки тўғридан-тўғри NH_3 ҳолид (гидроксид-ионсиз) тасвирлаш мумкин.

Аммиак — кучли оксидловчи. Қиздирилганда у мис (II)-оксидни қайтаради, ўзи эса эркин азотга қадар оксидланади:

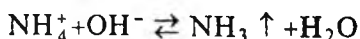


Бу реакция ёрдамида лаборатория шароитида азот олиш мумкин.

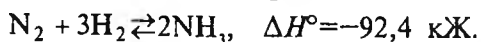
Олиниши ва ишлатилиши. Лаборатория шароитида азот одатда аммоний хлорид билан сундирилган оҳак арадашмасини оҳиста қиздириш орқали олинади:



Бу реакция аммиак билан сувнинг ўзаро таъсир мувозанати гидроксид-ионлар қўшилганда силжишига асосланган:



Саноатда аммиак олишнинг асосий усули уни азот билан водороддан синтез қилишдир. Реакция экзотермик ва қайтар:



У фақат катализатор иштирокида содир бўлади; катализатор сифатида активаторлар — алюминий, калий, кальций, кремний (баъзан магний) оксидлари қўшилган ғовак темир ишлатилади. Бошланғич маҳсулотлар куйидагича: азот — суюқ ҳаводан, водород — конверсия усули билан ёки сувдан олинади (8.2- § га қ.).

Аммиакнинг кўп миқдори нитрат кислота, азотли тузлар, мочеви́на, аммиакли усул билан сода олишга сарфланади. Аммиакни совитиш мақсадида қўлланилиши унинг суюқликка айланиши ва сўнгра иссиқлик ютиб буғланишига асосланган.

Суюқ аммиак ва унинг сувдаги эритмалари суюқ ўғитлар сифатида ишлатилади.

10.4- §. Аммиак ишлаб чиқаришнинг кимёвий асослари

Оддий моддалардан аммиак синтез қилиш назарияси анча мураккаб. Бу ерда жараёнинг кимёвий мувозанатни

силжитиш принципига асосланган оптимал шароитларигина кўрсатиб ўтилади.

Бу реакция экзотермик бўлганлиги учун температуранинг пасайиши мувозанатни аммиак ҳосил бўлиш томонига силжитади. Лекин бунда реакциянинг тезлиги жуда камайиб кетади. Шу сабабли аммиак синтезини $500 - 550^{\circ}\text{C}$ да катализатор иштирокида олиб боришга тўғри келади. Катализатор тўғри реакцияни ҳам, тескари реакцияни ҳам бир хил даражада тезлаштириши сабабли температуранинг кўтарилиши мувозанатни бошланғич моддалар томонига силжитади, бу эса саноатда аммиак ишлаб чиқариш учун номақбулдир. Демак, мувозанатнинг силжиш принципларига мувофиқ, юқори температуранинг таъсирига акс таъсир кўрсатиш учун босимдан фойдаланиш зарур. Аммиак синтез қилиш учун 15 дан 100 МПа гача босим ишлатилади. Қандай босимда фойдаланишига қараб, синтетик аммиак ишлаб чиқаришнинг уч хил усули бор: паст босимли (10 — 15 МПа), ўрта босимли (25 — 30 МПа) ва юқори босимли (50 — 100 МПа) усул. Булардан энг кўп тарқалгани ўрта босимли усулдир.

Зарарли қўшимчалар: водород сульфид, углерод (II)-оксид, сув ва б. аммиак ҳосил бўлиш тезлигига салбий таъсир этади. Улар катализаторнинг активлигини пасайтиради. Шу сабабли азот-водород аралашмаси қўшимчалардан, айниқса олтингугуртли бирикмалардан яхшилаб тозаланади.

Лекин, шундай шароитларда ҳам азот-водород аралашмасининг фақат бир қисмигина аммиакка айланади. Бошланғич моддалардан анча тўлиқ фойдаланиш учун ҳосил бўлган аммиак паст температура таъсирида суюқликка айлантиради, азот-водород аралашмасининг реакцияга киришмаган қисми қайтадан реакторга юборилади.

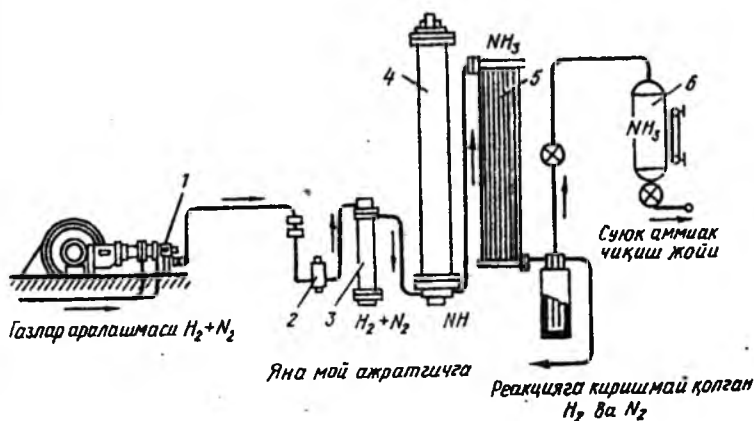
Реакцияга киришмаган моддалар реакция маҳсулотларидан ажратиладиган ва яна фойдаланиш учун қайтадан реакцион аппаратга юбориладиган технологик жараён циркуляция жараёни дейилади.

Бундай циркуляция туфайли азот-водород аралашмасидан фойдаланиш даражаси 95% га етказилади.

Аммиак синтези атмосфера азотини боғлашнинг жуда муҳим усулидир.

Синтетик аммиак ишлаб чиқариш схемаси 10.3- расмда кўрсатилган. 3 ҳажм водород ва 1 ҳажм азот аралашмаси компрес-

сор 1 билан сўрилади ва зарурий босимга қадар сиқилади. Сўнгра азот-водород аралашмаси мой ажратгич 2 га (мой заррачаларини йўқотиш учун) ва қиздирилган кўмир тўлдирилган фильтр 3 га ўтади. Тозаланган аралашма катализаторли (алюминий, калий, кальций, кремний оксидлари қўшилган говак темир) контакт аппарати 4 га юборилади, бу ерда аммиак ҳосил бўлади:



10.3- расм. Синтетик аммиак ишлаб чиқариш схемаси.

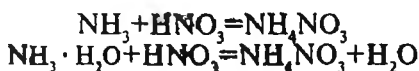
Барча система ишга туширилишидан олдин контакт аппарати $400 - 500^\circ\text{C}$ га қадар қиздирилади, шундан кейин ҳарорат системада реакцияда ажралиб чиқадиган иссиқлик ҳисобига сақлаб турилади. Аммиак ҳосил бўлиш жараёни қайтар бўлганлиги сабабли контакт аппаратида чиқаётган газ аралашмаси таркибида фақат $20 - 30\%$ аммиак бўлади. Бу аралашма трубади совитгич 5 га юборилади, бу ерда аммиак босим остида суюқликка айланади. Реакцияга киришмай қолган азот билан водород циркуляция насоси ёрдамида яна контакт аппарати 4 га юборилади, суюқ аммиак эса йиғич 6 да тўпланади.

10.5- §. Аммоний тузлари

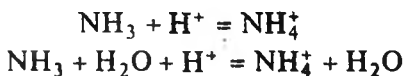
Аммоний тузлари ва уларнинг хоссалари. Аммоний тузлари аммоний катиони билан кислота анионидан таркиб топган. Улар тузилиши жиҳатдан бир зарядли металллар ионларининг тегишли тузларига ўхшайди.

Аммоний тузлари аммиакни ёки унинг сувдаги эритмаларини кислоталар билан ўзаро таъсир эттириб олинади.

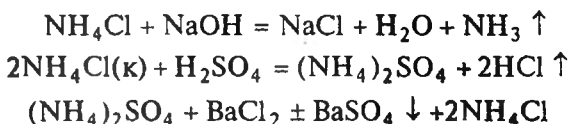
Масалан:



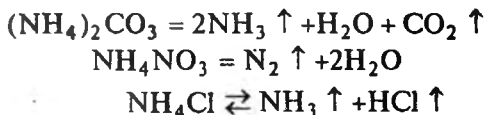
ёки ионли шаклда:



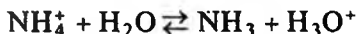
Улар тузларнинг умумий хоссаларини намоён қилади, яъни ишқорлар, кислоталар ва бошқа тузларнинг эритмалари билан реакцияга киришади:



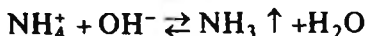
Аммоний тузларининг ҳаммаси қиздирилганда парчаланadi ёки ҳайдалadi, масалан:



Аммоний тузлари сувда яхши эрийди. Улар сувдаги эритмаларида гидролизга учрайди. Шу сабабли кучли кислоталар аммонийли тузларининг эритмалари кислотали муҳитга эга бўлади:



Аммоний ионига сифат реакция. Аммоний тузларнинг жуда муҳим хоссаси уларнинг ишқорларнинг эритмалари билан ўзаро таъсир этишидир. Шу реакция ёрдамида аммоний тузлари (аммоний иони) ажралиб чиқаётган аммиакнинг ҳидига ёки нам қизил лакмус қоғозининг кўкаришига қараб билиб олинади:



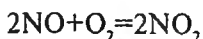
Реакцияни ўтказиш учун текшириладиган тузли ёки эритмали пробиркага ишқор эритмасидан солинади ва арадашма оҳиста қиздирилади. Аммоний иони бор бўлса, аммиак ажралиб чиқади.

10.6- §. Азот оксидлари

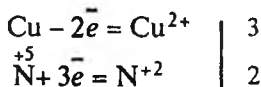
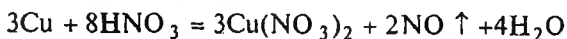
Азот кислородли олти хил бирикма ҳосил қилади, уларда +1 дан +5 гача оксидланиш даражасини намоён қилади:

$\overset{+1}{\text{N}_2\text{O}}$, $\overset{+2}{\text{NO}}$, $\overset{+3}{\text{N}_2\text{O}_3}$, $\overset{+4}{\text{NO}_2}$, $\overset{+4}{\text{N}_2\text{O}_4}$, $\overset{+5}{\text{N}_2\text{O}_5}$. Азот кислород билан бевосита бирикканида фақат азот (II)- оксид NO ҳосил бўлади, бошқа оксидлари билвосита йўл билан олинади. N_2O билан NO — туз ҳосил қилмайдиган оксидлар, қолғанлари — туз ҳосил қилувчи оксидлар. Азот оксидлари орасида энг катта аҳамиятга эга бўлганлари азот (II)- оксид билан азот (IV)- оксид — улар нитрат кислота ишлаб чиқаришда оралиқ маҳсулотлар ҳисобланади.

А з о т (II)- оксид NO — рангсиз газ, сувда яхши эримайди (уни цилиндрда сув устига йиғиш мумкин). Азот (II)- оксиднинг ажойиб хоссаси бор: ҳаво кислороди билан бевосита бирикиб, қўнғир газ — азот (IV)-оксид ҳосил қилади:

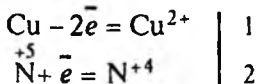
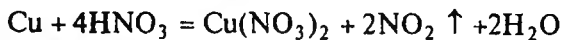


Лаборатория шароитида азот (II)- оксид суюлтирилган нитрат кислота билан мисни ўзаро таъсир эттириб олинади:



Азот (II)- оксид аммиакни ҳаво кислороди билан платина катализатор иштирокида оксидланиш (10.3- § га қ.) орқали ҳам олинади. У ҳавода, момақалдиروқ вақтида, электр зарядлар таъсирида доимо ҳосил бўлиб туради.

Азот (IV)-оксид NO_2 — ўзига хос ҳидли қўнғир газ, ҳаводан оғирроқ, заҳарли, нафас йўлларини яллиғлантиради. Лаборатория шароитида NO_2 концентрланган нитрат кислота билан мисни ўзаро таъсир эттириб олинади:

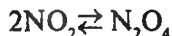


ёки қўрғошин нитрат кристаллари қиздирилганда ҳосил бўлади:



Юқорида айтиб ўтилганидек, азот (II)- оксид кислород билан бирикканда ҳам азот (IV)- оксид ҳосил бўлади.

Азот (IV)- оксид *димерланади* ва рангсиз суюқлик — азот (VI)- оксид димерини ҳосил қилади:

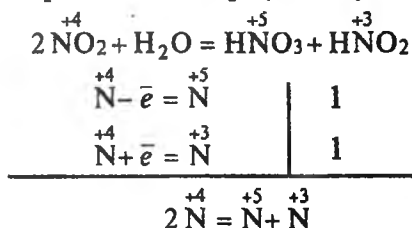


Реакция қайтар — 11°C да мувозанат N_2O_4 ҳосил бўлиш (NO_2 нинг димерланиши) томонига, 140°C да — NO_2 ҳосил бўлиш (N_2O_4 нинг термик диссоциланиши) томонига тўлиқ сил-жиган бўлади. Оралиқ температурадарда NO_2 билан N_2O_4 орасида мувозанат ҳолати мавжуд бўлади.

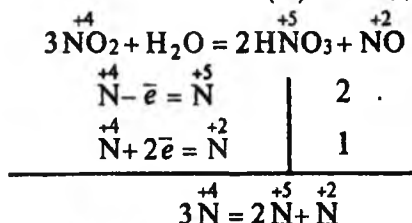
Бир хил молекулаларнинг ўзаро бирикиб, анча йирик молекулалар ҳосил қилиш жараёни полимерланиш дейилади.

Ушбу ҳолда димерланиш содир бўлди — иккита NO_2 молекуласидан анча йирик молекула — N_2O_4 ҳосил бўлди. Полимерланиш жараёни органик кимёда жуда катта роль ўйнайди (16.7- § га қ.).

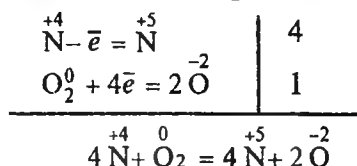
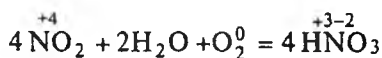
Азот (IV)- оксид сув билан ўзаро таъсир эттирилганда нитрат ва нитрит кислоталар ҳосил бўлади:



HNO_2 унчалик барқарор эмас, айниқса қиздирилганда тез парчаланиб кетади. Шу сабабли, NO_2 иссиқ сувда эритилганда нитрат кислота ва азот (II)- оксид ҳосил бўлади:



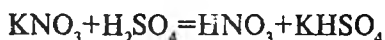
Кислород мўл бўлганда фақат нитрат кислота ҳосил бўлади:



Азот (IV)- оксид — кучли оксидловчи: кўмир, фосфор, олтингугурт унда ёнади, олтингугурт (IV)- оксид эса олтингугурт (VI)- оксидга қадар оксидланади.

10.7- §. Нитрат кислота

Олиниши. Лаборатория шароитида нитрат кислота унинг тузларига концентрдланган сульфат кислота таъсир эттириб олинади:

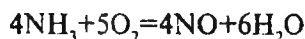


Реакция оҳиста қиздирилганда содир бўлади (кучли қиздирилганда HNO_3 парчаланиб кетади).

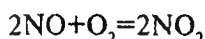
С а н о а т д а нитрат кислота аммиакни каталитик оксидлаш йўли билан олинади, аммиак эса, ўз навбатида, водород билан ҳаво азотини бириктиришдан ҳосил қилинади. Саноатда аммиакни оксидлаб нитрат кислотага айлантиришни инженер-кимёгар И. И. Андреев кашф этган. У аммиакни ҳаво кислороди билан оксидланишда катализатор — платина тўр ишлатишни таклиф этди.

Нитрат кислота олишнинг умумий жараёнини уч босқичга бўлиш мумкин:

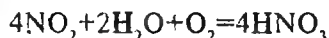
1) аммиакни платина катализаторда NO га қадар оксидлаш:



2) NO ни ҳаво кислороди таъсирида NO_2 га қадар оксидлаш:



3) NO_2 ни мўл кислород иштирокида сувга юттириш:



Бошланғич моддалар — аммиак билан ҳаво катализаторни заҳарлайдиган заҳарли қўшимчалардан (водород сульфид, чанг, мой ва ш. к.) яхшилаб тозаланади.

Ҳосил бўладиган кислота суюлтирилган (40—60% ли) бўлади. Концентрланган нитрат кислота (96—98% ли) суюлтирилган кислота билан концентрланган сульфат кислота аралашмасини ҳайдаш орқали олинади. Бунда фақат нитрат кислота буғланади.

Суюлтирилган нитрат кислота хромли пўлатдан ясалган идишларда, концентрлангани — алюминий идишда сақланади ва ташилади. Унинг озроқ миқдори шиша идишларда сақланади.

Физик хоссалари. Нитрат кислота — ўткир ҳидли, рангсиз суюқлик. Жуда гигроскопик, ҳавода «тутайди», чунки унинг буғлари ҳаводаги намлик билан туман томчиларини ҳосил қилади. Сув билан исталган нисбатда аралашади, 86°C да қайнайди.

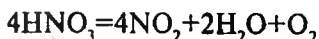
Кимёвий хоссалари. Нитрат кислотанинг тузилиш формулалари ва уларнинг изоҳи 3.10- § да берилган.

HNO_3 да азотнинг валентлиги тўртга, оксидланиш даражаси +5 га, азотнинг координацион сони 3 га тенг.

Суюлтирилган нитрат кислота кислоталарнинг барча хоссаларини намоён қилади. У кучли кислоталар қаторига киради. Сувдаги эритмаларда диссоциланади:



Иссиқдик таъсирида ва ёруғда қисман парчаланади:



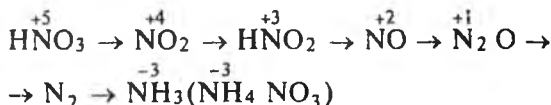
Шунинг учун у совуқ жойда ва қоронғида сақланади.

Нитрат кислотанинг жуда муҳим хоссаси шундан иборатки, у кучли оксидловчи ҳисобланади ва деярли барча металллар билан реакцияга киришади (10.8- § га қ.).

Ишлатилиши. Нитрат кислота — асосий кимё саноатининг энг муҳим маҳсулотларидан биридир. Унинг кўп миқдори азотли ўғитлар, портловчи моддалар, дори-дармонлар, бўёқлар, пластмассалар, сунъий тола ва бошқа материаллар тайёрлашга сарфланади. Тутовчи нитрат кислота ракета техникасида ракета ёқилғисини оксидловчи сифатида ишлатилади.

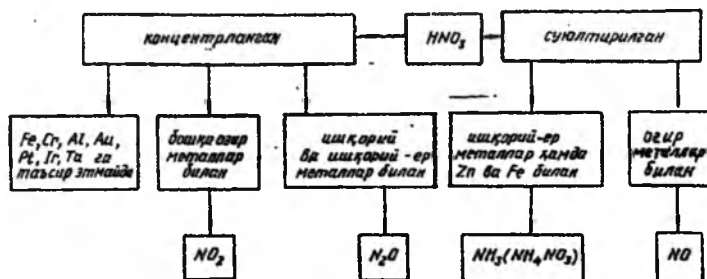
10.8- §. Нитрат кислотанинг металллар ва металлмаслар билан ўзаро таъсири

Нитрат кислота металллар билан ўзаро таъсирлашганда одатда водород ажралиб чиқмайди: у оксидланиб, сув ҳосил қилади. Кислота эса концентрациясига ва металлнинг активлигига қараб қуйидаги бирикмаларга қадар қайтарилиши мумкин:



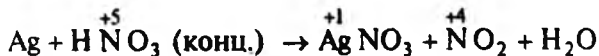
Нитрат кислотанинг тузи ҳам ҳосил бўлади.

Қуйидаги схемада концентрацияси ҳар хил бўлган нитрат кислотанинг активлиги турлича бўлган металллар билан ўзаро таъсири ва унинг қайтарилиш маҳсулотлари кўрсатилган:

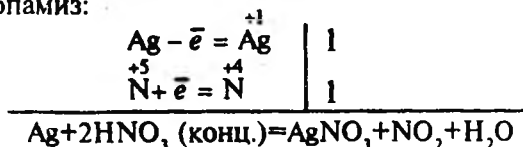


Мисол тариқасида концентрланган ва суюлтирилган нитрат кислота кумуш билан қандай реакцияга киришишини кўриб чиқамиз.

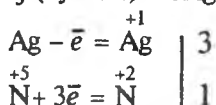
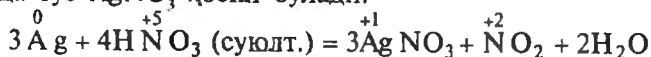
Схемага мувофиқ концентрланган нитрат кислота оғир металллар билан реакцияга киришганида NO_2 га қадар қайтарилиши керак: бундан ташқари, H_2O ва туз AgNO_3 ҳосил бўлади. Реакциянинг схемасини ёзамиз:



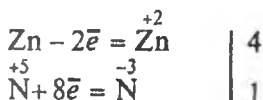
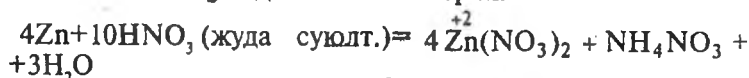
Тенгламада коэффициентларни электронлар баланси усули билан топамиз:



Суюлтирилган нитрат кислота кумуш (огир металл) билан ўзаро таъсир эттирилганда NO га қадар қайтарилади ва сув ҳамда туз AgNO_3 ҳосил бўлади:



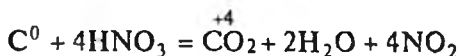
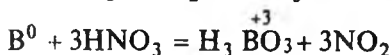
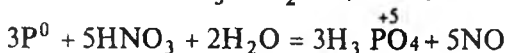
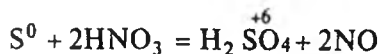
Яна бир мисол: анча актив металл бўлган рух нитрат кислотани концентрациясига қараб азот (I)- оксид N_2O , эркин азот N_2 ва ҳатто аммиакка NH_3 қадар қайтарилиши мумкин; аммиак нитрат кислотанинг ортиқчаси билан аммоний нитрат NH_4NO_3 ҳосил қилади. Бу реакциянинг тенгламасини қуйидагича ёзиш керак:



Шуни назарда тутиш керакки, концентрланган нитрат кислота одатдаги температурада алюминий, хром ва темир билан реакцияга киришмайди. У бу металлларни пасив ҳолга ўтказди (12.7- § га қ.).

Нитрат кислота Pt, Rh, Ir, Ta, Au билан реакцияга киришмайди. Платина билан олтин «зар суви»да — 3 ҳажм концентрланган хлорид кислота билан I ҳажм концентрланган нитрат кислота аралашмасида эрийди.

Нитрат кислота қўпчилик металлмаслар билан реакцияга киришиб, уларни тегишли кислоталарга қадар оксидлайди. Масалан:

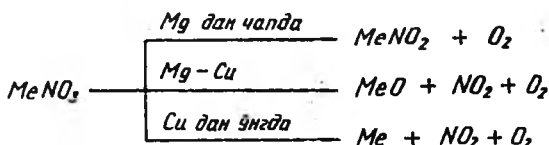


У органик бирикмалар билан ҳам реакцияга киришади. Органик бирикмаларни нитролаш йўли билан портловчи моддалар, органик бўёқлар, дори-дармонлар олинади.

10.9- §. Нитрат кислотанинг тузлари

Бир асосли нитрат кислота фақат ўрта тузлар ҳосил қилади, улар *нитратлар* дейилади. Бу тузлар кислотани металлларга, уларнинг оксидларига ва гидроксидларига таъсир эттирилганда ҳосил бўлади. Натрий, калий, аммоний ва кальций нитратлари *селитралар* дейилади: NaNO_3 — натрийли селитра, KNO_3 — калийли селитра, NH_4NO_3 — аммонийли селитра, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ — кальцийли селитра. Селитралардан асосан азотли минерал ўғитлар сифатида фойдаланилади. Бундан ташқари, KNO_3 қора порох (75% KNO_3 , 15% С ва 10% S аралашмаси) тайёрлаш учун ишлатилади. NH_4NO_3 , алюминий кукуни ва кўмрдан портловчи модда — аммонал тайёрланади.

Нитрат кислотанинг тузлари қиздирилганда парчаланади, бунда қандай маҳсулотлар ҳосил бўлиши туз ҳосил қилувчи металлнинг стандарт электрод потенциаллар қаторида жойлашган ўрнига боғлиқ:



яъни стандарт электрод потенциаллар қаторида Mg дан чапроқда жойлашган металлларнинг тузлари парчаланганда нитридлар билан кислород ҳосил қилади; Mg дан Cu гача бўлган металлларнинг тузлари парчаланганда металл оксиди, NO_2 ва кислород ҳосил қилади; Cu дан кейинда жойлашган металлларнинг тузлари парчаланганда эркин металл, NO_2 ва кислород ҳосил қилади. Қиздирилганда парчаланиши (термолиз) — нитрат кислота тузларининг муҳим хоссасидир.

Нитрат кислота тузларининг кўпчилиги сувда эрийди.

10.10- §. Фосфор

Фосфор — азотнинг аналог, чунки унинг валент электронларининг электрон конфигурацияси азотники кабилар: s^2p^3 . Лекин азот атомига нисбатан фосфор атомининг ионланиш энергияси кам ва радиуси катта бўлади (10.1-

жадвалнинг 3- п. ва 6- п га қ.). Бу фосфорда металлмаслик аломатлари азотдагига қараганда кучсизроқ ифодаланган, деган маънони билдиради. Шу сабабли фосфорда — 3 оксидланиш даражаси кам,— 5 кўпроқ учрайди. Бошқа оксидланиш даражалари ҳам фосфор учун унча хос эмас (10.1- жадвалнинг 5- п. га қ.).

Табиатда учраши. Фосфорнинг ер пўстлоғидаги умумий миқдори 0,08% ни ташкил этади. Фосфор табиатда фақат бирикмалар ҳолида учрайди: улардан энг муҳими — кальций фосфат — апатит минералидир. Апатитнинг жуда кўп турлари маълум, улардан энг кўп тарқалгани фторапатит $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$. Чўкинди тоғ жинслари — фосфоритлар апатитнинг турларидан таркиб топган. Фосфор оксил моддалар таркибида турли хил бирикмалар ҳолида бўлади. Мия тўқималарида фосфорнинг миқдори 0,38%, мускулларда — 0,27% бўлади.

Дунёда апатитларнинг энг бой қатламлари Кола ярим оролида Киров шаҳри яқинида жойлашган. Фосфоритлар Уралда, Волга бўйида, Сибирда, Қозоғистонда, Эстонияда, Белоруссияда ва бошқа жойларда кенг тарқалган. Шимолий Африкада, Сурия ва Америкада фосфоритларнинг катта конлари бор.

Фосфор ўсимликларнинг ҳаёти учун зарур. Шунинг учун тупроқда етарли миқдорда фосфор бирикмалари доимо бўлиши зураб.

Физик хоссалари. Фосфор элементида металлмасликнинг азотга нисбатан кам эканлиги унинг оддий моддалари хоссаларида кўринади. Масалан, фосфор азотдан фарқ қилиб, бир неча аллотропик шакл ўзгаришлар ҳосил қилади: оқ фосфор, қизил фосфор, қора фосфор ва б.

Оқ фосфор — рангсиз ва жуда заҳарли модда. Фосфор бугларини конденсациялаш йўли билан олинади. Сувда эримайди, лекин углерод сульфидда яхши эрийди. Узоқ вақт оҳиста қиздирилганда оқ фосфор қизил фосфорга айланади.

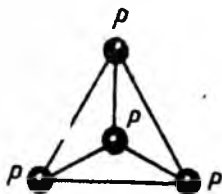
Қизил фосфор — қизил-кўнғир рангли кукун, заҳарли эмас. Сувда ва углерод сульфидда эримайди. Қизил фосфор бир неча аллотропик шакл ўзгаришлар аралашмасидан иборатлиги аниқланган, улар бир-биридан рангги (тўқ қизилдан гунафша ранггача) ва бошқа баъзи хоссалари билан фарқ қилади. Қизил фосфорнинг хоссалари кўп жиҳатдан унинг олиниш шароитларига боғлиқ.

Қора фосфор — ташқи кўринишидан графитга ўхшайди, ушлаб кўрилганда ёғлидек туюлади, ярим ўтказгич хоссалари бор. Оқ фосфорни жуда катта босим остида узок вақт қиздириш (200°C ва 1200 МПа дан) орқали олинади.

Қизил ва қора фосфор қаттиқ қиздирилганда ҳайдалади.

Табиий фосфор битта барқарор изотоп $^{31}_{15}\text{P}$ дан таркиб топган. Сунъий радиоактив изотопи $^{32}_{15}\text{P}$ (ярим емирилиш даври (14,3 кун) кенг кўламда ишлатилади.

Фосфорнинг аллотропик шакл ўзгаришларининг хоссалари уларнинг тузилиши билан тушунтирилади. Оқ фосфорнинг тузилиши анча муфассал ўрганилган. Унинг молекуляр кристалл панжараси бор. Унинг молекулалари тўрт атомли (P_4 — тетрафосфор) бўлиб, уч қиррали мунтазам пирамида шаклида.



Фосфорнинг ҳар қайси атоми пирамиданинг учларидан бирида бўлиб, бошқа учта атом билан учта σ - боғланиш орқали боғланган. Молекуляр панжарали барча моддалар сингари оқ фосфор ҳам осон суюқланади ва учувчан бўлади. У органик эритувчиларда яхши эрийди.

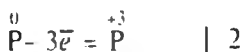
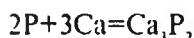
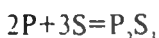
Оқ фосфордан фарқ қилиб, қизил ва қора фосфорлар атомли кристалл панжарали бўлади. Шу сабабли улар деярли барча эритувчиларда эримайди, учувчан эмас ва илгари таъкидлаб ўтилганидек, заҳарли эмас.

Кимёвий хоссалари. Кимёвий хоссалари жиҳатидан оқ фосфор қизил фосфордан катта фарқ қилади. Масалан, оқ фосфор ҳавода осон оксидланади ва ўз-ўзидан алангаланиб кетади, шу сабабли у сув остида сақланади. Қизил фосфор ҳавода алангаланиб кетмайди, лекин 240°C дан юқори даражада қиздирилганда алангаланади. Оқ фосфор оксидланганида қоронғида шуълаланади — кимёвий энергия бево-сита ёруғлик энергиясига айланади.

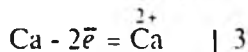
Фосфор суюқ ва эриган ҳолатда, шунингдек, 800°C дан паст ҳароратдаги бугларида P_4 молекулаларидан иборат бўлади.

800°C дан юқори даражада қиздирилганда молекулалар диссоцилланади: $P_4 = 2P_2$. P_2 молекулалар 2000°C дан юқори ҳароратда атомларга ажралади: $P_2 = 2P$. Фосфор атомлари P_2 , P_4 молекулалар ва полимер моддалар ҳосил қилиб бирлашиши мумкин. Равшанки, атомлари ўзаро учта σ - боғланиш орқали боғланган P_4 молекулалар атомлари ўзаро битта σ - ва иккита π - боғланиш орқали боғланган P_2 молекулаларга қараганда пухтароқ бўлади. P_2 молекула одатдаги температурадаёқ беқарордир (шу шароитда N_2 нинг барқарорлигини атомнинг ўлчамини анча кичиклиги билан изоҳлаш керак. 10.1- жадвалнинг 6- п. га қ.).

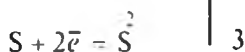
Фосфор кўпчиликл оддий моддалар — кислород, галогенлар, олтингургурт ва баъзи металлар билан бирикади. Бунда оксидлаш ва қайтариш хоссаларини намоён қилади. Масалан:



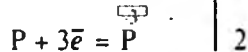
2



3



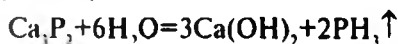
3



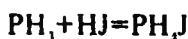
2

Бу реакциялар қизил фосфорга қараганда оқ фосфор билан осон боради.

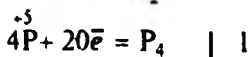
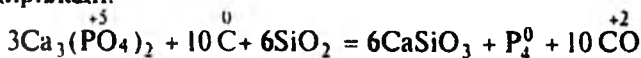
Фосфорнинг металлар билан ҳосил қилган бирикмалари *фосфидлар* дейилади: улар сув таъсирида осон парчаланиб, фосфин PH_3 — саримсоқ ҳиди келадиган жуда заҳарли моддани ҳосил қилади:



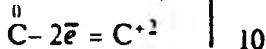
NH_3 каби фосфин ҳам бириктириб олиш реакцияларига киришади:



Олиниши ва ишлатилиши. Фосфор апатитлар ёки фосфоритлардан олинади. Бунинг учун улар кўмир (кокс) ва қум билан аралаштирилади ҳамда электр печда 1500°C да қиздирилади:



1



10

Бу реакцияда фосфор буглари қуюқлашади ва сувли йиғичда тутиб қолинади.

Қизил фосфор гугурт ишлаб чиқариш учун ишлатилади. Қизил фосфор, сурьма (III)- сульфид, темир суриги (кварц аралашган табиий темир (III)- оксид) ва елимдан аралашма тайёрланади, бу аралашма гугурт қутисининг ён сиртларига суртилади. Гугурт каллаг и асосан бертоле тузи, майдаланган шиша, олтингугурт ва елимдан таркиб топган бўлади. Гугурт каллаг и гугурт қутисининг ён сиртига ишқаланганда қизил фосфор алангланади, каллак таркибини ўт олдиради, ундан эса чўп ёнади.

Оқ фосфор кўп ишлатилмайди. Ундан одатда тутун пардалар ҳосил қилишда фойдаланилади. Қора фосфор жуда камдан-кам ҳолларда ишлатилади.

10.11- §. Фосфор оксидлари ва фосфат кислоталар

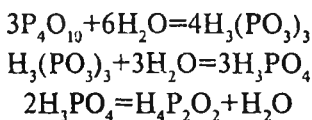
Фосфор оксидлари. Фосфор бир нечта оксидлар ҳосил қилади. Улардан энг муҳимлари P_4O_6 ва P_4O_{10} . Кўпинча уларнинг формудалари соддалаштирилган ҳолда P_2O_3 ва P_2O_5 тарзида ёзилади (олдинги оксидларнинг индекслари 2 га бўлинган).

Фосфор (III)- оксид P_4O_6 — мумсимон кристалл масса, $22,5^\circ C$ да суюқланади. Фосфорни кислород етишмайдиган шароитда ёндириш йўли билан олинади. Кучли қайтарувчи. Жуда заҳарли.

Фосфор (V)- оксид P_4O_{10} — оқ гигроскопик кукун. Фосфорни мўл ҳаво ёки кислородда ёндириш орқали олинади. У сув билан жуда шиддатли бирикади, шунингдек, бошқа бирикмалардан ҳам сувни тортиб олади. Газлар ва суюқликларни қуритувчи сифатида ишлатилади.

Фосфорнинг оксидлари ва барча кислородли бирикмалари азотнинг худди шундай бирикмаларига қараганда анча мустаҳкамроқдир, бунга сабаб азотга нисбатан фосфорда металлмаслик хоссаларининг сусайганлигидир.

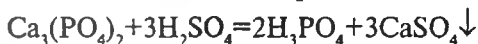
Фосфат кислоталар. Фосфор (V)- оксид P_4O_{10} сув билан ўзаро таъсирлашиб, триметафосфат кислотани $H_3(PO_3)_3$ ҳосил қилади (унинг формуласи соддалаштирилган ҳолда HPO_3 сифатида ёзилади); бу кислота мўл сув билан қайнатиладиганда фосфат кислота H_3PO_4 ни ҳосил қилади; H_3PO_4 қиздирилганда дифосфат кислота $H_4P_2O_7$ ҳосил бўлади:



Булардан амалда энг катта аҳамиятга эга бўлгани фосфат кислота, чунки унинг тузлари — фосфатлардан ўғитлар сифатида фойдаланилади.

Фосфат кислота -- оқ қаттиқ модда. Сув билан исталган нисбатда аралашади. У нитрат кислотадан фарқ қилиб, оксидловчи эмас ва қиздирилганда парчаланмайди; бунга сабаб шуки, фосфор учун хос бўлган барча оксидланиш даражалари орасида +5 оксидланиш даражаси энг барқарордир. Саноатда фосфат кислота икки усул: экстракция ва термик усул билан олинади.

Биринчи усулга кўра майдаланган кальций фосфатга сульфат кислота билан ишлов берилади:



CaSO_4 чўкма ҳолида тушади, кислота эса эритмада қолади. Кислота билан бирга эритмага кўпчилик қўшимчалар — темир, алюминий сульфатлари ва б. ҳам ўтади. Бундай кислота ўғитлар ишлаб чиқариш учун ишлатилади.

Иккинчи усулга кўра дастлаб (табиий фосфорни электр печда қайтариш йўли билан) фосфор олинади. Сўнгра уни P_4O_{10} оксидга қадар оксидланади ва бу оксидни сув билан бириктириб, соф кислота (концентрацияси 80% гача) олинади.

Фосфат кислотанинг тузлари. Фосфат кислота молекуласида водород атомлари кислород атомлари билан боғланган:



Сувдаги эритмада фосфат кислота босқич билан диссоциланади. У уч асосли кислота бўлгани учун уч хил туз — фосфатлар ҳосил қилади:

1) фосфатлар — фосфат кислотадаги водороднинг ҳамма атомлари ўрнини бошқа атомлар олган, масалан K_3PO_4 — калий фосфат, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ — аммоний фосфат;

2) гидрофосфатлар — кислотадаги икки водород ато-

мининг ўрнини бошқа атомлар олган, масалан K_2HPO_4 — калий гидрофосфат, $(NH_4)_2HPO_4$ — аммоний гидрофосфат;

3) дигидрофосфатлар — кислотадаги битта водород атомининг ўрнини бошқа атом олган, масалан, KH_2PO_4 — калий дигидрофосфат, $NH_4H_2PO_4$ — аммоний дигидрофосфат.

Ишқорий металлларнинг ва аммонийнинг барча фосфатлари сувда эрийди. Фосфат кислотанинг кальций тузларидан сувда фақат кальций дигидрофосфат $Ca(H_2PO_4)_2$ эрийди. Кальций гидрофосфат $CaHPO_4$ ва кальций фосфат $Ca_3(PO_4)_2$ органик кислоталарда эрийди (органик кислоталар подзол ва торфли тупроқларда бўлади).

10.12- §. Минерал ўғитлар

Таркибида ўсимликлар учун зарурий озиқ элементлари бўладиган моддалар, асосан тузлар *минерал ўғитлар* дейилади. Улар юқори ва барқарор ҳосил олиш мақсадида тупроқ унумдорлигини ошириш учун тупроққа қўшилади.

Макро ва микроўғитлар. Ўсимликларнинг ўсиб ривожланиши учун зарур бўлган асосий кимёвий элементлар қуйидагилардир (улар ўнта): С, О, Н, N, P, K, Ca, Mg, Fe, S. Ўсимликларнинг минерал озиқланиши учун зарурий элементлардан N, P, K ва баъзи бошқалари ўсимликларга кўп миқдорларда керак бўлади. Шу сабабли улар *макроэлементлар* дейилади, таркибида шу элементлар бор ўғитлар эса *макроўғитлар* ёки одатдаги ўғитлар дейилади.

Лекин тирик организмларга юқорида айтиб ўтилган 10 элемент билан бирга жуда оз миқдорларда (микромиқдорларда) В, Cu, Co, Mn, Zn, Mo, J каби кимёвий элементлар ҳам зарур. Улар *микроэлементлар*, таркибида шундай элементлар бор ўғитлар эса — *микроўғитлар* дейилади. Ҳозир микроўғитларсиз — далаларнинг витаминларисиз иш юритиб бўлмайди, чунки улардан фойдаланиш қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида қўшимча имкониятлар яратади (Кириш, 4- § га қ.).

Ўғитларнинг классификацияси. Минерал ўғитлар оддий (бир томонлама таъсир этадиган) ва комплекс (мураккаб ва аралаш) ўғитларга бўлинади.

О д д и й ўғ и т л а р таркибида битта озиқ элементи бўлади. Масалан, натрийли селитра таркибида азот, калий хлорид таркибида калий бор ва ҳ.

Мураккаб ўғитларнинг бир хил заррачалари таркибида иккита ва ундан кўп озик элементи бўлади. Масалан, калийли селитра таркибида калий билан азот, нитрофоскада — азот, фосфор ҳамда калий бўлади ва ҳ.

Аралаш ўғитлар турли хил ўғитларнинг — оддий, мураккаб ўғитларнинг механик аралашмасидан иборат бўлади. Улар кўпинча ўғит аралашмалари дейилади.

Ўғитлар ишлаб чиқарадиган саноат ўғит саноати дейилади. Ҳозирги вақтда бу саноат минерал ўғитларнинг 40 дан ортиқ турини ишлаб чиқармоқда.

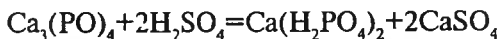
Азотли, фосфорли ва калийли ўғитлар. Ўғитлар орасида азотли, фосфорли ва калийли ўғитлар энг катта аҳамиятга эга.

Азотли ўғитлар таркибида, илгари таъкидлаб ўтилганидек, боғланган азот бўлади. Булар селитралар (натрий, калий, аммоний ва кальций нитратлари), аммоний тузлари, суюқ аммиак, аммиакли сув, мочеви — $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (қорамоллар озиғига ҳам қўшиб берилади, таркибида энг кўп — 47% азот бўлади) ва б. Ҳозирги вақтда бу ўғитлардан энг кўп ишлатиладигани аммиакли селитра, яъни аммоний нитратдир. У бир-бирига қовушиб қолмаслиги учун донадор (гранула) ҳолда ишлаб чиқарилади.

Фосфорли ўғитлар — булар фосфат кислотанинг кальцийли ва аммонийли тузларидир. Улар ишлаб чиқариладиган барча минерал ўғитларнинг ярмини ташкил этади. Энг кўп тарқалган фосфорли ўғитлар қуйидагилардир.

Фосфорит толкони, фосфоритларни майда туйиш йўли билан олинади. Унинг таркибида кам эрийдиган туз, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ борлиги сабабли ўсимликлар фақат кислотали тупроқларда — подзол ва торфли тупроқлардагина ўзлаштириши мумкин. Майин туйилганлиги, шунингдек уни тупроққа кислотали ўғитлар, масалан, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ёки гўнг билан бирга солиш ўзлаштирилишини осонлаштиради.

Оддий суперфосфат, апатит ва фосфоритларга сульфат кислота билан ишлов бериш орқали олинади. Ишлов беришдан мақсад — ўсимликлар ҳар қандай тупроқда яхши ўзлаштирадиган эрувчан туз олишдир:

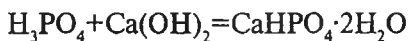


Донадор ўғитларнинг кукунсимон ўғитларга нисбатан анча афзалликлари бор: уларни сақлаш осон (қовушиб қолмайди), ўғит сеялкалари ёрдамида тупроққа солиш қулай, лекин асосийси — у кўпчилик тупроқларда ҳосилни анча оширади.

Қ ў ш с у п е р ф о с ф а т — таркиби $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ бўлган концентрдланган фосфорли ўғит. Оддий суперфосфатга нисбатан таққосланганда таркибида балласт — CaSO_4 йўқлиги жиҳатдан афзал. Қўш суперфосфат икки босқич билан олинади. Дастлаб фосфат кислота олинади (10.11-§ даги тенгламага қ.). Сўнгра апатит ёки фосфорит фосфат кислотанинг сувдаги эритмаси билан ишланади. Бошланғич моддаларнинг миқдори қуйидаги тенгламага мувофиқ олинади:



П р е ц и п и т а т — таркиби $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ бўлган концентрдланган фосфорли ўғит. Сувда кам эрийди, лекин органик кислоталарда яхши эрийди. Фосфат кислотани кальций гидроксид эритмаси билан нейтраллаш орқали олинади:



С у я к т а л қ о н и, уй ҳайвонларининг суякларини қайта ишлаб олинади, таркибида $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ бор.

А м м о ф о с — таркибида фосфор ва азот бўладиган ўғит. Фосфор кислотани аммиак билан нейтралланганда ҳосил бўлади. Одатда таркибида $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ва $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ бўлади.

Шундай қилиб, фосфат кислотанинг кальцийли ва аммонийли тузлари фосфорли ўғитлар ҳисобланади.

К а л и й л и ў ў г и т л а р ҳам ўсимликларнинг озиқланиши учун зарур. Тупроқда калий етишмаса ҳосил ва ўсимликларнинг ноқулай шароитга чидамлилиги сезиларли даражада пасаяди. Шу сабабли, қазиб олинadиган калий тузларининг 90% га яқинидан калийли ўғитлар сифатида фойдаланилади.

Энг муҳим калийли ўғитлар қуйидагилардир:

1) и ш л о в б е р и л м а г а н т у з л а р майдаланган табиий тузлардан, асосан сильвинит $\text{NaCl} \cdot \text{KCl}$ ва каинит $\text{MgSO}_4 \cdot \text{KCl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ минералларидан иборат.

2) концентранган ўғитлар табиий калийли тузларни қайта ишлаш натижасида олинади, булар KCl ва K_2SO_4 .

3) ёғоч ва торф кули таркибида поташ — K_2CO_3 бўлади.

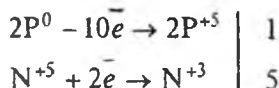
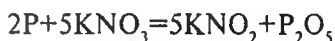
Таркибида микроэлементлар бўладиган аралаш ўғитлар ишлаб чиқаришга алоҳида эътибор берилади.

10- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УЛАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

10.1. Куруқ ҳолдаги қизил фосфор қайси туз гарди билан аралаштирилган заҳотиёқ кучли аланга ҳосил қилиб оксидланади?

А) калий сульфат; В) калий нитрат; С) калий гидрофосфат; Д) калий нитрит; Е) калий ортофосфат.

Ечиш: Фосфор эркин ҳолда оксидловчи хусусиятга эга бўлган моддалар билан аралаштирилганда ёки кучсиз қиздирилганда кислород ҳосил қилиб парчаланадиган моддалар (Бертолле тузи, калий нитрат ва бошқалар) таъсирида фосфор (V) оксидгача осон оксидланади:

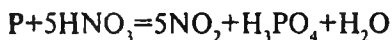


Жавоб: В бўлади.

10.2. Концентранган нитрат кислота билан 7,75 г фосфор орасидаги реакция натижасида ажралиб чиққан газ модданинг ҳажмини (л, н. ш.) ва реакцияда қатнашган барча моддалар коэффицентлари йиғиндисини ҳисобланг.

А) 11,2; 13 В) 16,8; 15 С) 33,6; 14 Д) 28; 13 Е) 22,4; 12

Ечиш. Реакция тенгламаси



бўйича 1 моль фосфор оксидланганда 5 моль азот (IV) оксид ҳосил бўлади. Тест шартида берилган фосфор миқдори $n(P) = 7,75 : 31 = 0,25$ моль, унда ҳосил бўлган азот (IV) оксид миқдори $n(NO_2) = 0,25 \cdot 5 = 1,25$ моль, унинг ҳажми эса $V(NO_2) = 1,25 \cdot 22,4 = 28$ л бўлади.

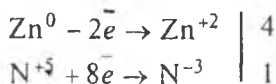
Тенгламадаги коэффициентлар йиғиндиси 13 га тенг.

Жавоб: D бўлади.

10.3. Жуда кучли суюлтирилган нитрат кислота эритмаси билан рух орасидаги реакция тенгламасида қатнашган бошланғич моддалар ва маҳсулотларнинг коэффициентлар йиғиндисини ҳисобланг.

A) 24; B) 22; C) 20; D) 19; E) 17

Ечиш: Актив металллар концентратияси кучсиз бўлган нитрат кислотаси билан реакцияси натижасида оксидланиш даражаси -3 бўлган азот (аммиак) ҳосил бўлади, эритмадаги мул миқдорда олинган нитрат кислота билан бирикиб аммоний нитратни ҳосил қилади:



Реакциядаги моддалар коэффициентлари йиғиндиси 22 га тенг.

Жавоб: B бўлади.

10.4 Нисбий молекуляр массаси 150 дан кичик бўлган модда таркибида 48,5% кислород, ундан 2,25 марта кўпроқ водород ва улардан ташқари, азот ва фосфор элементлари тутган модда формуласини топинг. Унинг таркибидаги азотнинг миқдори фосфорникидан 2 марта кўп эканлигини ҳисобга олинг.

A) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$; B) $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$; C) $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_3$;
D) NH_4PO_3 ; E) $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$

Ечиш: Массаси 100 г бўлган модда намунасидаги кислороднинг миқдори $n(\text{O}) = 48,5 : 16 = 3,03$ моль водороднинг миқдори эса $n(\text{H}) = n(\text{O}) \cdot 2,25 = 3,03 \cdot 2,25 = 6,82$ моль. Жавобларда келтирилган моддалар формулалари орасидан фақат биттасида азотнинг миқдори фосфорникидан икки марта катта бўлиши шартига $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ жавоб беради. Ундан кислород ва водородлар моль нисбатларини топамиз:

$6,82 : 3,03 = 2,25 : 1$ ёки уларни 4 га кўпайтурсак, $9 : 4$ ҳосил бўлади. Унинг молекуляр массаси 132 га тенг.

Жавоб: A бўлади.

10.5. Аммиак молекуласининг дипол моменти $\mu = 4,9 \cdot 10^{-30}$ Кл · м, азот (III) фторидники эса $0,7 \cdot 10^{-30}$ Кл · м га тенг.

Бу қийматлар орасидаги катта фарқнинг сабаби қандай тушунтирилади?

1) фтор атомининг нисбий электрманфийлиги водород атоминикидан катта фарқ қилади; 2) $N - H$ ва $N - F$ боғларини дипол моментларининг векторлари қарама-қарши томон йўналган; 3) азот атомининг тақсимланмаган электрон жуфти ва $N - F$ боғининг дипол momenti таъсири $N - H$ боғиникига қараганда камроқ бўлади; 4) $N - H$ боғининг кутб вектори билан азот атомидан тақсимланмаган электрон жуфт йўналиши бир томонга, $N - F$ боғининг векторига эса тескари томонга йўналган бўлади; 5) $N - F$ боғи вектори ва $N \uparrow\downarrow$ йўналиши бир томонга, $N - H$ ва $N \uparrow\downarrow$ йўналиши тескари томонга бўлганлиги натижасида дипол момент ҳар хил бўлади.

А) 2, 4 В) 1, 2 С) 2, 3 D) 3, 4 E) 2, 5

Ечиш. Боғлар векторлари ҳар хил томонга йўналиши (стрелка нисбий электрманфийлиги кичик элементдан шу хусусият катта бўлган элемент томонига $N \leftarrow H$ ва $N \rightarrow F$ йўналган бўлади. Азот атомидаги тақсимланмаган электрон жуфтининг вектори азот атомидан электрон жуфт йўнали-

ши томонига $H \rightarrow \overline{N \uparrow\downarrow}$ йўналиши ва умумий вектор узунлиги қўшилишига олиб келади, дипол момент юқори қийматга эга бўлади. Азот (III) фторидида эса бундай

йўналишлар қарама-қарши тарзда бўлади: $F \leftarrow \overline{N \uparrow\downarrow}$ уларнинг фарқи $N - F$ боғиникини камайтиради (3.4- § га қаранг).

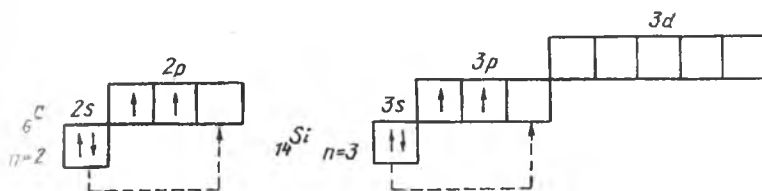
Жавоб: А. бўлади.

11- Б О Б. УГЛЕРОД ГРУППАЧАСИ

11.1- §. Углерод группачасининг умумий тавсифи

Углерод группачасига углерод, кремний, германий, қалай ва қўрғошин киради. Булар Д. И. Менделеев даврий системаси IV группасининг p - элементларидир. Уларнинг атомларининг ташқи поғонасида тўрттадан электрон бўлади — ns^2np^2 (11.1- жадвал, 2- п.), уларнинг кимёвий хоссалари ўхшашлигига сабаб ана шудир.

Группачадаги дастлабки икки элемент атомлари ташқи поғонасининг электрон тузилишини шундай тасвирлаш мумкин:



Қўзғалмаган ҳолда уларнинг атомларида 2 тадан жуфтлашмаган электрон бўлади. Группачадаги барча элементлар атомларининг ташқи поғонасида эркин орбиталлар борлиги учун қўзғалган ҳолатга ўтганида s поғоначанинг электронлари бир-биридан ажралади (пунктир стрелкалар билан кўрсатилган).

Углерод группачасининг элементлари бирикмаларида $+4$ ва -4 , шунингдек $+2$ оксидланиш даражасини намоён қилади, ядронинг заряди катталашиши билан $+2$ оксидланиш даражаси кўпроқ намоён бўлади. Углерод, кремний ва германий учун $+4$, қўрғошин учун $+2$ оксидланиш даражаси кўпроқ хос. -4 оксидланиш даражаси $C - Pb$ қаторида тобора камроқ учрайди.

Углерод группачасидаги элементларнинг баъзи хоссалари 11.1- § жадвалда келтирилган.

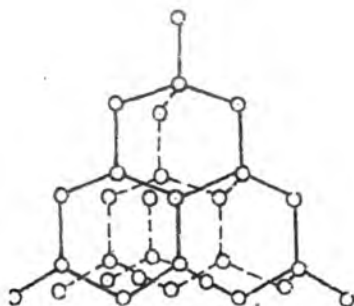
Углерод группачасининг элементлари умумий формуласи RO_2 ва RO бўлган оксидлар ҳосил қилади, водородли бирикмаларининг умумий формуласи эса RH_4 . Углерод билан кремний юқори оксидларининг гидратлари кислота хоссаларига эга, қолган элементларнинг гидратлари эса амфотер, кислота хоссалари германий гидратларида, асос хоссалари эса — қўрғошин гидратларида кучлироқ ифодаланган. Углероддан қўрғошинга ўтган сари водородли бирикмалари RH_4 нинг пухталиги камаяди: CH_4 — мустаҳкам, барқарор модда, PbH_4 эса эркин ҳолда ажратиб олинмаган. Группачада тартиб номери ортиши билан атомнинг ионланиш энергияси камаяди ва атом радиуси катталашади (11.1-жадвалнинг 3 ва 6- п га қ.), яъни металлмаслик хоссалари сусайиб, металл хоссалари кучайиб боради.

11.1- ж а д в а л. Углерод группасидаги элементларнинг хоссалари

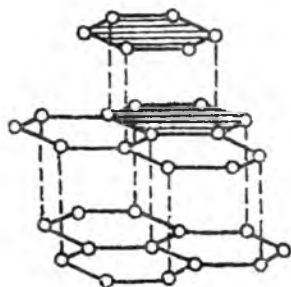
Хоссалари	C	Si	Ge	Sn	Pb
1. Тартиб номери	6	14	32	50	82
2. Валент электронлари	$2s^2 2p^2$	$3s^2 3p^2$	$4s^2 4p^2$	$5s^2 5p^2$	$6s^2 6p^2$
3. Атомнинг ионланиш энергияси, эВ	11,3	8,2	7,9	7,3	7,4
4. Нисбий электрманфийлиги	2,50	1,74	2,02	1,72	1,55
5. Бирикмаларидаги оксидланиш даражаси	+4, +2, -4	+4, +2, -4	+4, -4	+4, +2, -4	+4, +2, -4
6. Атомнинг радиуси, нм	0,077	0,134	0,139	0,158	0,175

11.2- §. Углерод ва унинг хоссалари

Табиатда учраши. Табиатда углерод эркин ҳолда олмос, графит ва карбин кўринишида, бирикмаларида эса — тешиқумир, кўнғир кўмир ҳамда нефть кўринишида учрайди. Табиий карбонатлар — оҳақтош, мәрмар, бўр CaCO_3 , магнезит MgCO_3 , доломит $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ таркибига киради. Органик моддаларнинг асосий таркибий қисми ҳисобланади. Углероднинг ер қобиғидаги миқдори 0,1%. Ҳавода углерод (IV)- оксид бўлади.



11.1- расм. Олмоснинг кристалл панжараси.



11.2- расм. Графитнинг кристалл панжараси.

Физик хоссалари. Углероднинг аллотропик шакл ўзгаришлари — олмос, графит ва карбин физикавий хоссалари жиҳатидан бир-биридан кескин фарқ қилади, бунга сабаб уларнинг кристалл панжаралари гурлича тузилганлигидир.

О л м о с — атом панжарали рангсиз кристалл модда. Олмос кристалларида углерод атомлари sp^3 -гибридланиш ҳолатида бўлади (3.2- § га қ.). Улар ўзаро пухта кутбсиз ковалент боғланишлар орқали боғланган. Олмосда углероднинг ҳар қайси атоми тўртта болиқа атом билан қуршаб олинган, бу атомлар тетраэдр марказилан унинг учларига томон йўналган томонда бўлади (тўртта σ -боғланиш, 11.1-расм). Буларнинг ҳаммаси ниҳоятда қаттиқлик, анча катта зичлик ($3,5 \text{ г/см}^3$) ва олмосга хос бошқа хусусиятларни бахш этади. Шунинг учун у шиша кесиш, тоғ жинсларини бурғилаш ва ўта қаттиқ материалларни силдиқлаш учун ишлатилади. Олмос иссиқликни ва электр токини яхши ўтказмайди. Унинг соф ҳолдаги намуналари ёруғликни кучли синдиради (шуъаланади). Шунинг учун олмосдан безаклар (бриллиантлар) тайёрланади.

Ёқутистонда олмоснинг йирик конлари топилган. Бундан ташқари, 1961 йилда уларни саноатда графитдан ишлаб чиқариш йўлга қўйилган.

Г р а ф и т — салгина металл ялтироқлиги бор, ушлаб қўрилганда ёғлидек туюладиган тўқ қулранг кристалл модда. Графит кристалларида углерод атомлари sp^2 -гибридланиш ҳолатида бўлади (3.2- § га қ.). Улар тўғри олтибурчакликдан таркиб топган ясси қатламлар бўлиб бириккан (11.2-расм). Уларда углероднинг ҳар бир атоми учта қўшни атом билан пухта ковалент боғланишлар орқали боғланган бўлади (учта σ -боғланиш). Боғланишлар бир-бирига нисбатан 120°C ли бурчак остида йўналган. Ҳар қайси атомнинг валент электрони қатламда металлдаги каби ҳаракатчанлигича қолади ва углероднинг бир атомидан бошқа атомга ўтиб туриши мумкин. Шундай электронлар ҳисобига металл боғланиш амалга ошади. Графитнинг электр ўтказувчанлиги яхшилигига (металлардагидан ёмон эмас), шунингдек унинг иссиқлик ўтказувчанлиги ва металл ялтироқлиги борлигига сабаб ана шудир.

Графитда қатламлар орасидаги масофа анча катта ($0,335 \text{ нм}$), улар орасидаги ўзаро таъсир кучлари эса нисбатан бўш (булар асосан молекулалараро кучлар) бўлади. Шу сабабли

графит юпқа тангачалар ҳолида ажралади, уларнинг ўзи жуда мустаҳкам бўлади. Тангачалар қоғозга осон ёпишади.

Графит қатламлар ўзагини, шунингдек электродлар (саноатдаги электролизлар учун) тайёрлашда ишлатилади. Техник мойлар билан аралашма ҳолида сурков материали сифатида фойдаланилади: унинг тангачалари суркаладиган юзадаги нотекисликларни йўқотади. Графит қийин суюқланадиган ва ҳароратнинг кескин ўзгаришларига яхши чидайдиган бўлгани учун графит билан гил аралашмасидан металлургия учун суюқлантириш тигеллари тайёрланади. Графит ядро реакторларида нейтронларни секинлатувчи сифатида ҳам фойдаланилади.

Графитнинг катта қатламлари Сибирда, Олтойда ва бошқа жойларда учрайди. Графитни коксдан сунъий усулда олиш ҳам йўлга қўйилган.

К а р б и н — қора рангли майда кристалл кукун. Дастлаб 60- йилларда рус кимёгарлари томонидан синтез қилинган, кейинчалик табиатда топишган. Карбин кристаллари углерод атомларининг навбатлашиб келадиган оддий ва учламчи боғланишлар орқали боғланган чизиксимон занжирларидан таркиб топган:



Қаттиқлиги жиҳатидан карбин графитдан устун, лекин олмосдан анча кейинда туради. Ярим ўтказгич хоссаларига эга. Ҳавосиз жойда 2800°C га қадар қиздирилганда графитга айланади.

Табиий углерод элемент сифатида икки изотопдан: $^{12}_6\text{C}$ (98,892%) ва $^{13}_6\text{C}$ (1,108%) дан таркиб топган. Бундан ташқари, атмосферада радиоактив изотоп $^{14}_6\text{C}$ нинг озгина аралашганлиги аниқланган, у сунъий йўл билан олинади ва илмий тадқиқотларда кенг қўламда ишлатилади.

К ў м и р. Углеродли бирикмалар термик парчаланганда қора масса — кўмир ҳосил бўлади ва учувчан маҳсулотлар ажралиб чиқади. Кўмир графитнинг майин кукунидан иборат. Кўмирнинг энг муҳим навлари кокс, pista кўмир ва курум.

К о к с тошкўмирни ҳавосиз жойда қиздириш билан олинади. Металлургияда қайтарувчи сифатида ишлатилади.

P i s t a к ў м и р ёғочнинг кўмирланишидан (ҳавосиз жойда ёки ҳаво жуда оз бўлганда қиздирилганда) ҳосил бўлади. Металлургия саноатида, темирчилик устахоналари-

да, қора порох олиш, газларни юттиришда ва турмушда ишлатилади.

Қ у р у м углеводородларни (табiiй газ, ацетилен, скипидар ва б.) чекланган миқдордаги ҳавода ёндириш (ёки ҳавосиз жойда термик парчалаш) йўли билан олинади. Резина ишлаб чиқаришда тўлдирувчи сифатида, шунингдек қора бўёқлар (босмаҳона бўёғи, тушь) ва этик мой тайёрлашда ишлатилади.

Ш и ш а у г л е р о д — углероднинг аморф ҳолда мавжуд бўлишига мисол. У углеродли бирикмаларни термик парчалаш йўли билан ҳам олинади. Ажойиб хоссаларга эга: механик мустаҳкамлиги катта, зичлиги, электр ўтказувчанлиги кам, қийин суюқланади ва агрессив муҳит таъсирига чидамлидир. Шу сабабли кучли агрессив муҳитда ишлатиладиган аппаратура тайёрлаш учун, шунингдек авиацияда ва космонавтикада ишлатилади.

Адсорбция. Кўмир (айниқса, писта кўмир)нинг адсорблаш хусусияти жуда кучли бўлади.

Кўмирнинг ва бошқа қаттиқ ёки суюқ моддаларнинг ўз сиртида буғ, газ ва эриган моддаларни ушлаб қолиш хоссаси адсорбция дейилади.

Юзасида адсорбция содир бўладиган моддалар *адсорбентлар* дейилади. Адсорбланадиган моддалар *адсорбатлар* дейилади. Агар, масалан сиёҳ эритмасини майда туйилган кўмирга қўшиб чайқатилса ва сўнгра аралашма филтрланса, у ҳолда филтратда рангсиз суюқлик — сув бўлади. Бу ҳолда эриган бўёқнинг ҳаммаси кўмирга адсорбланади. Кўмир — адсорбент, бўёқ — адсорбат.

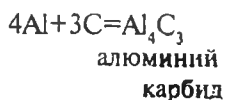
Техникада адсорбентлар сифатида алюмосиликатлар, синтетик смолалар ва бошқа моддалар ишлатилади.

Кўмирнинг адсорблаш хусусияти унинг ғоваклиги туфайлидир. Ғоваklar сони қанча кўп бўлса, кўмирнинг сирти шунча катта ва адсорблаш хусусияти шунча кучли бўлади. Одатда писта кўмирнинг ғоваklари турли хил моддалар билан қисман тўлган бўлади, бу эса унинг адсорблаш хусусиятини камайтиради. Адсорбцияни кучайтириш учун кўмирга махсус ишлов берилади — сув буғи оқимида қиздириб, ғоваklари ифлослантирувчи моддалардан тозаланади. Шундай ишлов берилган кўмир *актив* кўмир дейилади.

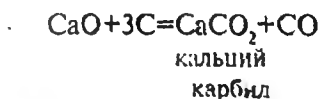
Актив кўмир шакар шарбатини унга сарик ранг берувчи қўшимчалардан тозалаш, ўсимлик мойлари ва ёғларни

тозалаш учун кенг кўламда ишлатилади. Актив кўмирдан тайёрланган таблеткалардан («карболен») тиббиётда организмдан зарарли моддаларни чиқариб юбориш учун фойдаланилади. Актив кўмир противогазларда заҳарловчи моддаларни ютиб қолиш учун ишлатилади. Н. Д. Зелинский яратган фильтрловчи противогаздан 1914—1918 йиллардаги жаҳон урушида фойдаланилди, бу эса бир неча ўн минглаб кишиларнинг ҳаётини сақлаб қолишга имкон берди.

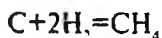
Кимёвий хоссалари. Одатдаги температурада кўмир анча инерт бўлади. Унинг кимёвий активлиги юқори температуралардагина намоён бўлади. Кўмир оксидловчи сифатида баъзи металллар ва металлмаслар билан реакцияга киришади. Углероднинг металллар билан ҳосил қилган бирикмалари *карбидлар* дейилади. Масалан:



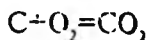
Кальций карбид амалда катта аҳамиятга эга, у оҳак СаО билан коксни электр печларда қиздириш орқали олинади:



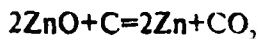
Водород билан кўмир никель катализатор иштирокида ва қиздирилганда метан — табиий ёнувчи газларнинг асосий таркибий қисмини ҳосил қилади:



Лекин кўмир қайтарувчилик хоссаларини намоён қиладиган реакцияларга кўпроқ киришади. Бу ҳол кўмирнинг исталган аллотропик шакл ўзгаришининг тўлиқ ёнишида кўринади:



Кўмир темир, мис, рух, кўрғошин ва бошқа металлларни уларнинг оксидларидан қайтаради, унинг бу хоссасидан металлургияда шу металлларни олишда кенг кўламда фойдаланилади. Масалан:

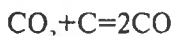


Кўмирнинг жуда муҳим кимёвий хоссаси — унинг атомларининг бир-бири билан бирикиб, пухта боғланишлар — углерод занжирлари ҳосил қилишидир (III қисм, Органик кимёга қ.).

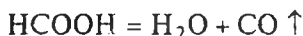
11.3- §. Углерод оксидлари. Карбонат кислота

Углероднинг иккита оксиди маъдум: CO ва CO_2 .

Углерод (II)- оксид. Углерод (II)- оксид CO углероднинг кислород етишмаганида ёниши жараёнида ҳосил бўлади. Саноатда у юқори температурада кўмир чўғи устидан карбонат ангидрид ўтказиш йўли билан олинади:

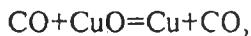


Лаборатория шароитида углерод (II)- оксид чумоли кислотага қиздириб туриб концентрланган сульфат кислота таъсир эттириш (сульфат кислота сувни тортиб олади) орқали олинади:



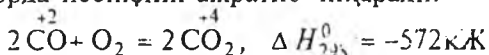
Углерод (II)- оксид — рангсиз, ҳидсиз, ниҳоятда заҳарли газ. Ишлаб чиқариш биноларида CO нинг йўл қўйилгани миқдори 1 л ҳавода 0,03 мг ни ташкил этади. У автомобилдан чиқадиган тутун газларда ҳаёт учун хавфли миқдорларда бўлади. Шу сабабли, гаражлар, айниқса двигателларни ишга тушириш пайтида, яхши шамоллатиладиган бўлиши керак.

Юқори температураларда углерод (II)- оксид — кучли қайтарувчи. У кўпчилик металлларни уларнинг оксидларидан қайтаради. Масалан:



Углерод (II)- оксиднинг бу хоссасидан рудалардан металллар суюқлантириб олишда фойдаланилади.

Ҳавода углерод (II)- оксид кўкиш аланга бериб ёниб, кўп миқдорда иссиқлик ажратиб чиқарали:



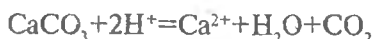
Шунинг учун у бошқа газлар билан биргаликда газсимон ёниғининг баъзи турлари — генератор газы ва сув газы таркибига киради.

Углерод (II)- оксидда углероднинг валентлиги учта,

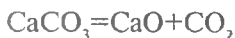
углероднинг оксидланиш даражаси эса +2 га тенг. Бунинг сабаби 3.10- § да айтиб ўтилган.

Углерод (IV)- оксид. Углерод (IV)- оксид CO_2 (бошқача айтганда карбонат ангидрид) табиатда органик моддалар ёнганида ва чириганида ҳосил бўлади. Ҳавода (ҳажмий улуши 0,03%), шунингдек кўпчилик минерал манбалар (нарзан, боржом ва б.) таркибида бўлади. Ҳайвон ва ўсимдиклар нафас олганида ажралиб чиқади.

Лаборатория шароитида CO_2 мармарга хлорид кислота таъсир эттириб олинади:



Саноатда углерод (IV)- оксид оҳактош куйдирилганда ҳосил бўлади:

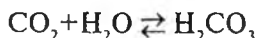


CO_2 нинг структура формуласини шундай ифодалаш мумкин: $\text{O}=\text{C}=\text{O}$. У чизиксимон шаклда бўлади. Углероднинг кислород билан боғланиши кўтбли, лекин боғланишлар симметрик жойлашганлиги туфайли CO_2 молекуласининг ўзи кўтбсиз бўлади (3.13- расм, а га қ.).

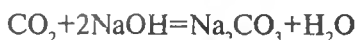
Углерод (IV)- оксид — рангсиз газсимон модда. У ҳаводан 1,5 марта оғир, шу сабабли уни бир идишдан бошқасига қуйиш мумкин. Ёнишга ва нафас олишга ёрдам бермайди. Ўт олдирилган чўп углерод (IV)- оксидда ўчади, углерод (IV)- оксиднинг концентрацияси катта бўлганда одам ва ҳайвонлар бўғилади. У шахта, қудуқ ва ертўдаларде кўпинча хавфли миқдорларда тўпланиб қолади.

CO_2 хона температурасида 6 МПа босимда суюқликке айланади. Суюқ ҳолда пўлат баллонларда сақланади ва ташилади. Баллоннинг жўмраги очилганда углерод (IV)- оксид бугланади, натижада қаттиқ совийди ва газнинг бир қисми қорсимон массага айланади. Қаттиқ углерод (IV)- оксид қ у р у қ м у з дейилади.

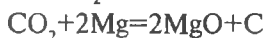
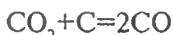
Углерод (IV)- оксид кислотали оксид хоссаларини намоеъ қилади; сув ва ишқорларнинг эритмалари билан ўзарс таъсирлашади. Хона температурасида 1 ҳажм сувда тахминан 1 ҳажм CO_2 эрийди. Бунда карбонат кислота ҳосил бўлади. Реакция қайтар:



Мувозанат бошланғич моддалар томонига кўп силжиган бўлади, яъни эриган CO_2 нинг жуда оз қисмигина кистотага айланади. Ишқорларнинг эритмалари билан ўзаро таъсирлашганда тузлар ҳосил бўлади:



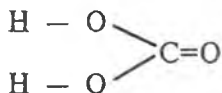
CO_2 юқори температураларда оксидлаш хоссаларини намоён қилади: кўмир ва актив металллар билан реакцияга киришади. Масалан:



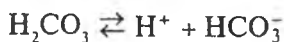
Ўт олдирилган магний лентаси карбонат ангидридда ёнади.

Углерод (IV)- оксид сода, шакар ишлаб чиқаришда, сув ва ичимликларни газлаштириш учун, суюқ ҳолда — ўт ёнғичларда ишлатилади. Куруқ муздан тез бузиладиган маҳсулотларни сақлашда фойдаланилади.

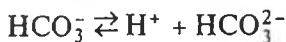
Карбонат кислота. Карбонат кислота фақат эритмадагина мавжуд бўлади. Қиздирилганда у углерод (IV)- оксид билан сувга ажралади. Карбонат кислота молекуласида водород атомлари кислород атомлари билан боғланган бўлади:



Икки асосли кислота сифатида босқич билан диссоциланади. Дастлаб,



ва сўнгра жуда оз даражада қуйидагича диссоциланади:

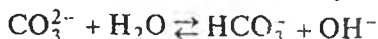


Карбонат кислота кучсиз электролитлар қаторига киради.

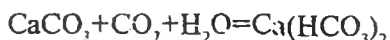
11.4- §. Карбонат кислотанинг тузлари

Карбонат кислота икки қатор тузлар: ўрта тузлар — карбонатлар ва нордон тузлар — гидрокарбонатлар ҳосил қилади. Улар тузларнинг умумий хоссаларини намоён қилади. Ишқорий металлларнинг ва аммонийнинг карбонатлари ҳамда гидрокарбонатлари сувда яхши эрийди. Карбонат кислотанинг ўзи беқарор бўлгани билан унинг тузлари

барқарор бирикмалардир. Улар кислотани ишқор билан ўзаро таъсир эттирганда олиниши мумкин. Ишқорий металллар билан аммоний карбонатларининг эритмалари гидролизланиши туфайли ишқорий муҳитга эга бўлади:



Ишқорий-ер металлларнинг карбонатлари сувда кам эрийди. Аксинча, гидрокарбонатлари яхши эрийди. Гидрокарбонатлар карбонатлар, углерод (IV)- оксид ва сувдан ҳосил бўлади:



Гидрокарбонатларнинг эритмалари қайнатилганда улар карбонатларга айланади:



Карбонат кислотанинг куйидаги тузлари энг катта амалий аҳамиятга эга.

Н а т р и й к а р б о н а т Na_2CO_3 ; техникадаги номлари: сода, карбонат сода. Бу сувда яхши эрийдиган оқ кукун. Сувдаги эритмадан кристаллгидратлар $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, шунингдек $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ва $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ҳолида кристалланади. Бу кристаллгидратлар кристалл сода дейилади. Қиздирилганда сувсиз, яъни сувсизлантирилган (кальцинацияланган) сода Na_2CO_3 (кальцинация — қиздириш сўзидан) ҳосил бўлади. Сувсизлантирилган содадан унинг бошқа турлари: кристалл сода, ичимлик сода олинади. Сода шиша, совун, қўғоз ишлаб чиқаришда, рўзғорда ювиш воситаси сифатида ва б. мақсадларда ишлатилади.

Н а т р и й г и д р о к а р б о н а т NaHCO_3 ; техникадаги номлари: ичимлик сода, бикарбонат сода. Бу сувда кам эрийдиган оқ кукун. Қиздирилганда (100°C гача) осон парчаланади:



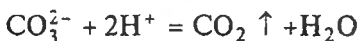
Ичимлик сода тиббиётда (жигиддон қайнаганда ичилади), рўзғорда, сунъий минерал сувлар ишлаб чиқаришда ва ўт ўчиргичларни тўлдиришда, қандолатчиликда ва нон ёпишда ишлатилади.

К а л и й к а р б о н а т K_2CO_3 , бошқача айтганда поташ — сувда яхши эрийдиган оқ кукун. Ўсимликлар куlining таркибида бўлади. Суюқ совун, қийин суюқлана-

диган оптик шиша, пигментлар ишлаб чиқаришда ишлатилади.

К а л ь ц и й к а р б о н а т CaCO_3 табиатда бўр, мрамор ва оҳактош кўринишида учрайди, улар бинокорликда ишлатилади. Оҳактошдан оҳак ва углерод (IV)- оксид олинади.

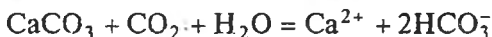
Карбонат-ионга сифат реакция. Карбонат-ион CO_3^{2-} га хос энг муҳим реакция суюлтирилган минерал кислоталарнинг — хлорид ёки сульфат кислотанинг таъсиридир. Бунда вишиллаб углерод (IV)- оксид пуфакчалари ажралиб чиқади, у кальций гидроксид эритмаси (оҳакли сув) орқали ўтказилганда эритма CaCO_3 ҳосил бўлиши туфайли лойқаланади:



ва сўнгра



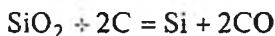
CO_2 мўл бўлганида лойқаланиш йўқолади:



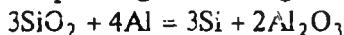
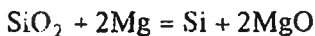
11.5- §. Кремний ва унинг хоссалари

Табиатда учраши. Кремний кислороддан кейин Ерда энг кўп тарқалган элементдир. У ер пўстлоғи массасининг 27,6% ни ташкил этади. Табиатда асосан кремний (IV)- оксид ва силикат кислоталарнинг тузлари — силикатлар ҳолида учрайди. Улар ер пўстлогининг қобиғини ҳосил қилади. Кремний бирикмалари ўсимлик ва ҳайвонлар организмида бўлади.

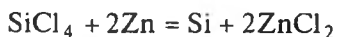
Олиниши ва ишлатилиши. Саноатда кремний электр печларда SiO_2 ни кокс билан қайтариш орқали олинади:



Лабораторияларда қайтарувчилар сифатида магний ёки алюминийдан фойдаланилади:



Энг тоза кремний кремний тетрахлоридни рух буглари билан қайтариш орқали олинади:



Кремнийдан яримўтказгич сифатида фойдаланилади. Ундан ёруғлик энергиясини электр энергиясига айлантирадиган қуёш батареялари (космик кемалардаги радиоқурилмаларни таъминлаш учун) тайёрланади. Кремнийдан металлургияда жуда иссиқбардош ва кислотабардош кремнийли пўлатлар олиш учун фойдаланилади.

Физикавий хоссалари. Кристалл ҳолдаги кремний — шишадек ялтироқ, тўқ кулранг модда. Кремнийнинг тузилиши олмоснинг тузилишига ўхшайди. Унинг кристаллида ҳар қайси атом тўртта бошқа атом билан тетраэдрик қуршаб олинган ва улар билан ковалент боғланиш орқали боғланган, бу боғланишлар олмосдаги углерод атомлари орасидаги боғланишлардан анча бўш бўлади.

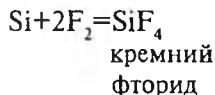
Кремний кристаллида одатдаги шароитда ҳам ковалент боғланишларнинг бир қисми узилади. Шунинг учун унда эркин электронлар бўлади, улар кремнийнинг қисман электр ўтказувчанлигига сабаб бўлади. Ёритилганда ва қиздирилганда узиладиган боғланишлар сони кўпаяди, демак, эркин электронлар сони ҳам кўпаяди ва электр ўтказувчанлиги ортади. Кремнийнинг ярим ўтказувчанлик хоссаларини ана шундай тушунтириш лозим.

Кремний жуда мўрт, унинг зичлиги $2,33 \text{ г/см}^3$. Кўмир каби у ҳам қийин суюқланадиган моддалар қаторига кириди.

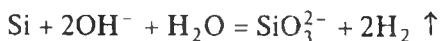
Кремний учта барқарор изотопдан: $^{28}_{14}\text{Si}$ (92,27%), $^{29}_{14}\text{Si}$ (4,68%) ва $^{30}_{14}\text{Si}$ (3,05%) дан таркиб топган.

Кимёвий хоссалари. Кимёвий хоссаларига кўра кремний углерод сингари металлмас ҳисобланади, лекин унинг металлмаслиги сустроқ ифодаланган, чунки унинг атом радиуси катта (11.1- жадвал, 6- п). Кремний атомларининг ташқи энергетик поғонасида 4 электрон бўлгани сабабли кремний учун +4 ва -4 оксидланиш даражалари хос (кремнийнинг оксидланиш даражаси +2 бўлган бирикмаси ҳам маълум).

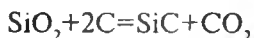
Кремний одатдаги шароитда анча инерт, бунини кристалл панжарасининг пухталиги билан тушунтириш лозим. Кремний бевосита фақат фтор билан реакцияга киришади:



Кислоталар (фторид HF ва нитрат HNO_3 кислоталарнинг аралашмасидан ташқари) кремнийга таъсир этмайди. Лекин у ишқорий металлларнинг гидроксидларида эриб, силикат ҳамда водород ҳосил қилади:

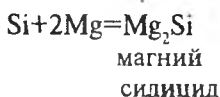


Электр печда юқори ҳароратда қум билан кокс аралашмасидан кремний карбид SiC (карборунд) олинади:

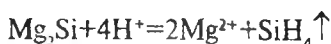


Карборунднинг кристалл панжараси олмосникига ўхшайди, унда кремнийнинг ҳар қайси атоми тўртта углерод атоми билан ва ҳар қайси углерод атоми тўртта кремний атоми билан қуршаб олинган; уларда ковалент боғланишлар олмосдаги каби жуда пухта бўлади. Шунинг учун у қаттиқлиги жиҳатдан олмосга яқин туради. Кремний карбиддан чархтошлар ва сидлиқлаш тошлари тайёрланади.

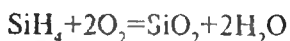
Кремнийнинг металллар билан ҳосил қилган бирикмалари *силицидлар* дейилади. Масалан:



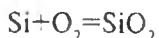
Силицидга хлорид кислота таъсир эттирилганда кремнийнинг водородли энг оддий бирикмаси — *силан* SiH_4 олинади:



Силан — қўланса ҳидли заҳарли газ, ҳавода ўз-ўзидан алангаланиб кетади:



Майдаланган кремний кислород билан қиздирилганда ёниб, кремний (IV)- оксид ҳосил қилади:

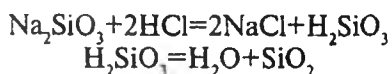


Бунда кўп миқдорда иссиқлик чиқади, бу эса SiO_2 да атомлар орасидаги боғланиш жуда пухта эканлигини кўрсатади.

Юқори температураларда кремний кўпчиликлilik металлларни уларнинг оксидларидан қайтаради.

11.6- §. Кремний (IV)- оксид ва силикат кислота

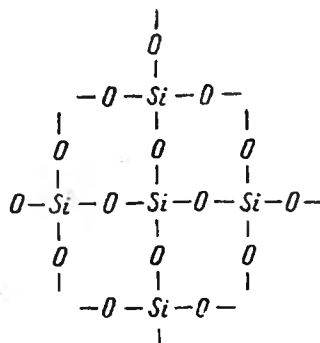
Кремний (IV)- оксид қумтупроқ ҳам дейилади. Бу қийин суюқланидиган қаттиқ модда, табиатда икки хил кўринишда кенг тарқалган: 1) к р и с т а л л қ у м т у п р о қ — кварц минерали ва унинг ҳар хил турлари (топизит, бирлури, халцедон, агат, яшма, кремнь) ҳолида бўлади; кварц қурилишда ва силикат саноатида кенг қўламда фойдаланиладиган кварцли қумларнинг асосини ташкил этади; 2) а м о р ф қ у м т у п р о қ таркиби $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ бўлган опал минерал ҳолида бўлади: аморф қумтупроқнинг тупроқ шаклидагилари диатомит, трепель (инфузор тупроқ); сувсиз сунъий аморф қумтупроққа силикагель мисол бўлади, у натрий метасиликатдан олинади:



Силикагелнинг юзаси катта, шу сабабли намликни яхши адсорбилайди.

1710°C да кварц суюқланади. Суюқланган масса тез совитилганда кварц шиша ҳосил бўлади. Унинг кенгайиш коэффициенти жуда кичик, шу сабабли чўғ ҳолигача қиздирилган кварц шиша сув билан тез совитилганда дарз кетмайди. Кварц шишадан лаборатория шиша идишлари ва илмий тадқиқотлар учун асбоблар тайёрланади.

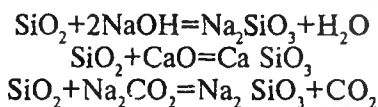
Кремний (IV)- оксиднинг энг оддий формуласи SiO_2 , углерод (IV)- оксиднинг формуласи CO_2 га ўхшайди. Шу билан бирга уларнинг физикавий хоссалари бир-биридан кескин фарқ қилади (SiO_2 — қаттиқ модда, CO_2 — газ). Бу фарқ кристалл панжараларнинг тузилиши билан изоҳ-



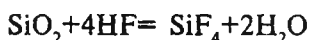
ланади. CO_2 молекуляр панжара ҳосил қилиб кристалланади, SiO_2 — атом панжара ҳосил қилади. SiO_2 нинг структурасини ясси тасвирда юқоридагича кўрсатиш мумкин:

Қаттиқ CO_2 да углерод атомининг координацион сони 2 га, SiO_2 да кремнийники 4 га тенг. Кремнийнинг ҳар қайси атоми 4 та кислород атомидан таркиб топган тетраэдр ичига жойлашган. Бунда кремний атоми марказда, тетраэдрнинг учларида эса кислород атомлари жойлашади. Қумтупроқнинг бутун бўлагини формуласи (SiO_2) бўлган кристалл сифатида қараш мумкин. Кремний (IV)- оксиднинг бундай тузилганлиги унинг ниҳоятда қаттиқлиги ва қийин суюқланувчанлигига сабаб бўлади.

Кимёвий хоссалари жиҳатидан кремний (IV)- оксид SiO_2 кислотали оксидлар қаторига киради. У қаттиқ ишқорлар, асосли оксидлар ва карбонатлар билан бирга суюқлантирилганда силикат кислотанинг тузлари ҳосил бўлади:

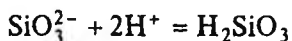


Кремний (IV)- оксид билан фақат фторид кислотагина реакцияга киришади:



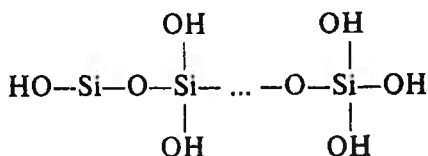
Шу реакция ёрдамида шишага ишлов берилади.

Сувда кремний (IV)- оксид эримайди ва у билан кимёвий реакцияга киришмайди. Шунинг учун силикат кислота билвосита йўл билан, калий-ёки натрий силикат эритмасига кислота таъсир эттириб олинади:



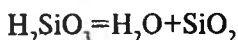
Бунда силикат кислота (бошланғич туз ва кислота эритмаларининг концентрациясига қараб) таркибида сув бор ивиқсимон масса ҳолда ҳам, коллоид эритма (золь) ҳолида ҳам олиниши мумкин.

Силикат кислота тетраэдрик структура звенолардан тузилган (бундай звенонинг ҳар бирида кремний атоми тетраэдрнинг марказида, кислород атомлари эса унинг учларида жойлашган бўлади). Структура звенолар занжир бўлиб бирлашиб, анча барқарор полисиликат кислоталар ҳосил қилади:



Бундай бирикманинг таркибини $(\text{H}_2\text{SiO}_3)_n$ формула билан ифодалаш мумкин. Лекин, одатда силикат кислота H_2SiO_3 формула билан ифодаланади.

H_2SiO_3 — жуда кучсиз кислота, сувда кам эрийди. Қиздирилганда карбонат кислота каби осон парчаланади:



Икки асосли кислота бўлгани сабабли босқич билан диссоциланади:



11.7- §. Коллоид эритмалар ҳақида тушунча

Табиатда ва техникада бир модда заррачалар ҳолида иккинчи модданинг ичида бир метёрда тақсимланган дисперс системалар кўп учрайди.

Дисперс системаларда *дисперс фаза* — майда заррачаларга бўлинган модда ва *дисперсион муҳит* — ичида дисперс фаза тарқалган бир жинсли модда бўлади. Масалан, таркибида гил бор лойқа сувда гилнинг қаттиқ заррачалари дисперс фаза, сув — дисперсион муҳит бўлади; туманда дисперс фаза — суюқлик заррачалари, дисперсион муҳит — ҳаво; тутунда дисперс фаза — кўмирнинг қаттиқ заррачалари, дисперсион муҳит — ҳаво, сутда дисперс фаза — ёғ заррачалари дисперсион муҳит — суюқлик ва ҳ.

Дисперс системаларга одатдаги (чин) эритмалар, коллоид эритмалар, шунингдек суспензия ва эмульсиялар киради. Улар бир-биридан аввало заррачаларининг ўлчами яъни дисперслик (майдаланганлик) даражаси билан фарқ қилади.

Заррачаларининг ўлчами 1 нм* дан кичик бўлган системалар *чин эритмалар* дейилади, улар эриган модданинг молекула ёки ионларидан таркиб топган бўлади. Уларни би

* нм — нанометр ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$).

фазали система сифатида қараш керак. Заррачаларининг ўлчами 100 нм дан катта бўлган системалар — дағал дисперс системалар — суспензия ва эмульсиялардир.

Суспензиялар — булар дисперс фазаси қаттиқ модда, дисперсион муҳити — суюқлик бўлган дисперс системалардир, уларда қаттиқ моддани суюқликда амалда эримайдиган бўлади. Суспензия тайёрлаш учун моддани майин кукун ҳолигача майдалаш, сўнгра шу моддани эримайдиган суюқликка солиш ва яхшилаб чайқатиш (масалан, гилни сувда чайқатиш) керак. Вақт ўтиши билан заррачалар идиш тубига чўкади. Равшанки, заррачалар қанча кичик бўлса, суспензия шунча узоқ сақланади.

Эмульсиялар — булар дисперс фазаси ҳам, дисперсион муҳити ҳам бир-бирига аралашмайдиган суюқликлардан иборат бўлган дисперс системалардир. Сув билан мой аралашмасини узоқ вақт чайқатиш йўли билан эмульсия тайёрлаш мумкин. Эмульсияга сут мисол бўла олади, унда майда ёғ доналари суюқликда сузиб юради.

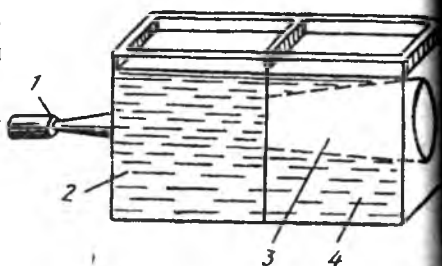
Суспензия ва эмульсиялар — икки фазали системалар.

Коллоид эритмалар — булар икки фазали юқори дисперс системалар бўлиб, дисперсион муҳит билан дисперс фазадан таркиб топган; дисперс фаза заррачаларининг чизиғий ўлчамлари 1 дан 100 нм гача бўлади. Кўрииб турибдики, коллоид эритмалар заррачаларининг ўлчамлари жиҳатидан чин эритмалар билан суспензия ва эмульсиялар орасида туради. Коллоид заррачалар одатда кўп сонли молекула ёки ионлардан таркиб топади.

Коллоид эритмалар бошқача айтганда *золлар* ҳам дейилади. Улар дисперсион ва конденсацион усуллар билан олинади. Дисперсиялаш кўпинча махсус «коллоид тегирмонлар» ёрдамида амалга оширилади. Конденсацион усулда коллоид заррачалар атом ёки молекулаларнинг агрегатларга бирикиши ҳисобига ҳосил бўлади. Масалан, агар сувда кумушдан ясалган иккита сим орасида ёй электр разряди вужудга келтирилса, у ҳолда металл буғлари коллоид заррачалар ҳолида конденсацияланади. Кўпчилик кимёвий реакцияларнинг содир бўлишида ҳам конденсатланиш вужудга келади ва юқори дисперс системалар ҳосил бўлади (чўкма тушиши, гидролизнинг бориши, оксидланиш-қайтарилиш реакциялари ва ҳ.).

Золларнинг бир қатор ўзига хос хусусиятлари бор, уларни **коллоид** кимё муфассал ўрганади. Масалан, золлар

11.3- расм. Чин ва коллоид эритмалар орқали ёруғлик нурининг ўтиши:
1—ёруғлик манбаи; 2— чин эритма; 3—ёруғлик конуси; 4— коллоид эритма (золь).



заррачаларининг ўлчамларига қараб турли хил рангда бўлиши мумкин, чин эритмаларнинг ранги эса бир хил бўлади. Масалан, олтиннинг золи кўк, гунафша, тўқ пушти, очик қизил рангларида бўлиши мумкин.

Чин эритмалардан фарқ қилиб золларда Тиндаль эффекти, яъни коллоид заррачаларнинг нурни тарқатиши кузатилади. Золь орқали ёруғлик тутами ўтказилса, қоронғи хонада кўринадиган ёруғ конус пайдо бўлади (11.3- расм). Эритманинг коллоид ёки чин эритма эканлигини ана шундай билиб олиш мумкин.

Золларнинг муҳим хоссаларидан бири шуки, уларнинг заррачаларида бир хил ишорали электр зарядлар бўлади. Шу туфайли улар бирикиб, йирик заррачалар ҳосил қила олмайди ва чўкмайди. Бунда бир хил золларнинг, масалан, металллар, сульфидлар, силикат ва станнат кислоталар золларининг заррачалари манфий зарядли, бошқа, масалан, гидроксидлар, металлларнинг оксидлари золларнинг заррачалари — мусбат зарядли бўлади. Заряд ҳосил бўлиши коллоид заррачаларнинг эритмадан ионларни адсорблаши билан тушунтирилади.

Золнинг чўкиши учун унинг заррачалари ўзаро бирикиб, анча йирик агрегатлар ҳосил қилиши лозим. Заррачаларнинг бирикиб йирик агрегатлар ҳосил қилиши коагуляция, уларнинг оғирлик кучи таъсирида чўкиши эса седиментация дейилади.

Одатда коагуляция золга: 1) электролит қўшилганда, 2) заррачалари қарама-қарши зарядли бошқа золь қўшилганда, 3) қиздирилганда содир бўлади.

Золларнинг коагуляцияси муайян шароитларда гел дейиладиган ивиқсимон масса ҳосил бўлишига олиб келади. Бу ҳолда коллоид заррачаларнинг ҳаммаси эритувчинини боғлаб, ўзига ҳос ярим суюқ, ярим қаттиқ ҳолатга ўтади. Геллардан ивиқларни

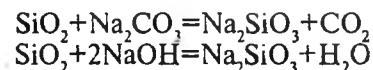
юқори молекуляр моддаларнинг қуйи молекуляр суюқликлардаги эритмаларини (гомоген системалар) фарқ қила билиш лозим. Уларни қаттиқ полимерларни маълум суюқликларда бўктириш орқали олиш мумкин.

Золларнинг аҳамияти ниҳоятда катта, чунки улар чин эритмаларга қараганда кўп тарқалган. Тирик ҳужайраларнинг протоплазмаси, қон, ўсимликларнинг шираси — буларнинг ҳаммаси мураккаб золлардир. Сунъий толаларнинг олиниши, терини ошлаш, елимлар, лак, плёнка, бўёқлар тайёрлаш золлар билан боғлиқ. Тупроқда золлар кўп ва улар тупроқ унумдорлиги учун энг катта аҳамиятга эга. Сидикагель, яъни сувсизлантирилган силикат кислотадан суюқлик ва газларни тозалашда кенг фойдаланилади.

11.8- §. Силикат кислотанинг тузлари

Силикат кислотанинг тузлари *силикатлар* дейилади. Уларнинг таркиби одатда элементлар оксидларининг бирикмалари ҳолида формула билан тасвирланади. Масалан, кальций силикат CaSiO_3 ни шундай ифодалаш мумкин: $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$.

$\text{R}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ таркибли силикатлар (бунда R_2O — натрий ёки калий оксиди) *эрувчан шиша* дейилади, уларнинг сувдаги концентрланган эритмалари эса *суюқ шиша* деб аталади. Натрийли эрувчан шиша энг катта аҳамиятга эга. У техникада кварц қумни сода билан бирга суюқлантириш ва аморф қумтупроққа ишқорнинг концентрланган эритмаси билан ишлов бериш орқали олинади:

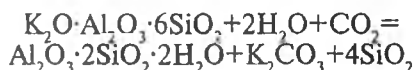


Суюқ шиша кислотабардош бетонлар тайёрлашда боғловчи сифатида, шунингдек, замазкалар, қоғоз елими тайёрлаш учун ишлатилади. Оловбардош ва сув сингмайдиган қилиш учун газлама, ёғоч ва қоғозга суюқ шиша шимдирилади.

Кремнийнинг табиий бирикмалари. Ер қобиғи кремний (IV)- оксид билан турли хил силикатлардан таркиб топган. Табиий силикатларнинг таркиби ва тузилиши мураккаб бўлади. Баъзи табиий силикатларнинг таркиби қуйидагича: Дала шпати $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ Асбест $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Слюда $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Каолинит $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Таркибида алюминий оксид ҳам бўладиган силикатлар *алюмосиликатлар* дейилади. Юқорида айтиб ўтилган силикатлардан дала шпати, каолинит ва слюда алюмосиликатлар ҳисобланади. Табиатда алюмосиликатлар, масалан, дала шпати энг кўп тарқалган. Турли хил силикатларнинг аралашмалари ҳам кўп учрайди. Масалан, тоғ жинслари — гранитлар ва гнейслар кварц, дала шпати ҳамда слюдадан таркиб топган.

Тоғ жинслари ва ер юзасидаги минераллар ҳарорат, сўнгра намлик ва карбонат ангидрид таъсирида нурайди, яъни аста-секин емирилади. Дала шпатининг нураш жараёнини ушбу реакция тенгламаси билан ифодалаш мумкин:



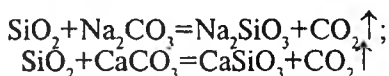
Емирилишнинг асосий маҳсулоти каолинит — оқ гилнинг асосий таркибий қисми. Тоғ жинсларининг натижасида гил, кум ва тузларнинг қатламлари ҳосил бўлган.

11.9- §. Шиша ва цементнинг олиниши

Сунъий силикатлардан энг катта аҳамиятга эга бўлганлари шиша, цемент ва керамикадир*.

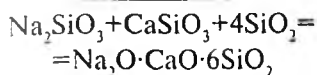
Шиша. Одатдаги дераза ойнасининг таркиби тахминан ушбу формула билан ифодаланади: $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$.

Шиша сода Na_2CO_3 , оҳактош CaCO_3 ва оқ кум SiO_2 аралашмасини махсус печларда бирга суюқлантириш орқали олинади. Жараённинг химизмини шундай тасаввур қилиш мумкин: суюқлантиришда натрий ва кальций силикатлари ҳосил бўлади:

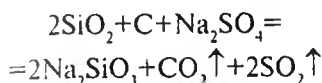


Бу силикатлар билан кумтупроқ (у мўл миқдорда олинади) суюқланиб бир бутун масса ҳосил қилади ва у аста секин совитилади:

* Табиий гиллардан қолиплаш, қуритиш ва куйдириш йўли билан ишлаб чиқариладиган материаллар ва турли хил буюмлар керамика дейилади. Будар гишт, кошинлаш плиталари, черепица, қувурлар, сопол идиш, чинни, фаянс буюмлар ва ғ.



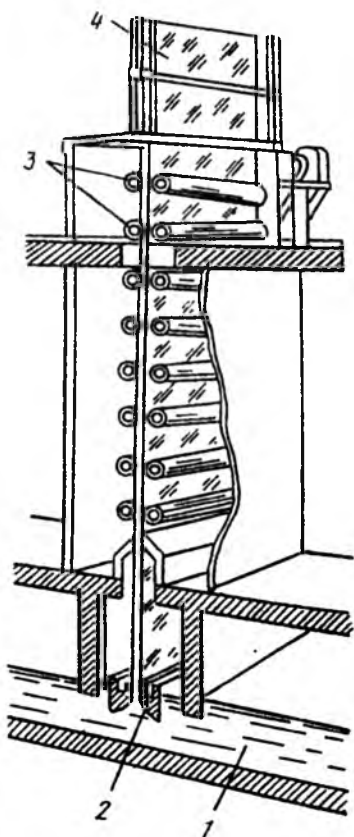
Шиша ишлаб чиқаришда сода ўрнига кўпинча натрий сульфат ва кўмир ишлатилади. Бу ҳолда натрий силикат қуйидаги реакция тенгламасига мувофиқ ҳосил бўлади:



Махсус шиша олиш учун бошланғич аралашманинг таркиби ўзгартирилади. Сода Na_2CO_3 ўрнига поташ K_2CO_3 ишлатиб, қийин суюқланадиган шиша (кимёвий идиш учун) олинади. Бўр CaCO_3 ўрнига кўргошин (II)- оксид PbO , сода ўрнига эса поташ ишлатиб, *биллур шиша* олинади. Унинг нурни синдириш хусусияти кучли бўлиб, чиройли идишлар тайёрлаш учун ишлатилади.

Бошланғич аралашмага металлларнинг оксидларини қўшиш шишага турлича ранг беради: хром (III)- оксид Cr_2O_3 — яшил, кобальт (II)- оксид CoO — кўк, марганец (IV)- оксид MnO_2 — тўқ қизил ва ҳ. Шишалар ҳарорат кўтарилганда аста-секин юмшайди ва суюқ ҳолатга ўтади. Тескари жараён ҳам аста-секин амалга оширилади — шиша масса совиган сари қуюқлаша боради. Шишадан турли хил буюмлар қуйиш унинг ана шу хоссасига асосланган. Шиша массададан машиналар ёрдамида лист шиша тортилади (11.4-расм).

Шишадан техника эҳтиёжлари учун тола ва тўқималар тайёрланади. Шишакристалл материаллар — *ситаллар* ишлаб чиқариш ўзлаштирилган, уларнинг мустаҳкамлиги



11.4- расм. Шиша листи тортиш машинаси.

1 — суюлтирилган шиша;
2 — идишча; 3 — жува;
4 — шиша тасма

шишаникига нисбатан катта бўлади. Улардан электр изолятор, идишлар ва ш. ў. тайёрланади.

Цемент. Одатдаги сидикат цемент, бошқача айтганда портландцемент яшилроқ-қудранг кукун бўлиб, сувга қориганда ҳавода (ёки сувда) тошсимон масса бўлиб қотади. Одатда у оҳактош билан гилдан иборат хом ашё массани қовушгунга қадар куйдириш ($1400-1600^{\circ}\text{C}$) йўли билан олинади.

Қиздириш айланиб турадиган цилиндрсимон махсус печларда амалга оширилади. Ҳосил бўладиган қовушган донатор масса *клинкер* деб аталади. Бу чала маҳсулот. Клинкерга тегишли қўшимчалар қўшиб, шарли тегирмонларда майин кукун ҳолигача майдаланади ва охирги маҳсулот олинади.

Табиатда таркибида портландцемент олиш учун зарурий нисбатларда оҳактош билан гил бўладиган жинслар учрайди. Улар *мергеллар* дейилади. Мергелнинг катта қатламлари Новороссийск районида бор; йирик цемент заводлари ана шу мергеллер асосида ишлайди.

Хом ашё аралашмаси сунъий йўл билан ҳам олинади. Аралашманинг таркибини ўзгартириб, цементнинг турли хиллари — тез қотадиган, совуққа чидамли, коррозиябардош ва бошқа турлари олинади.

Цемент, сув ва тўлдиргичлар (кум, майда тош, чақиқтош, шлак) аралашмаси қотганидан кейин сунъий тош — *бетон* ҳосил бўлади. Бу материалларнинг аралашмаси қотгунга қадар бетон қоришма дейилади. Қотиш пайтида цемент хаамири тўлдиргичларнинг доналарини бир-бирига боғлайди. Қоришма ҳатто сувда ҳам қотади. Орасига пўлат арматура (ички каркас) қўйилган бетон *темир-бетон* дейилади. Бетон ва темир-бетонлар гидроэлектростанциялар йўллар, биноларнинг юк тушадиган қисмларини қуришда кўплаб миқдорларда сарфланади.

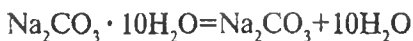
Боғловчи материал сифатида органик полимерлар ёки полимерлар билан цементдан фойдаланилган бетонлар ҳам тайёрланади. Булар алоҳида хоссаларга эга бўлган *пластобетонлардир*.

Шиша, цемент ва керамика ишлаб чиқариш силика саноатига киради, бу саноат кремнийнинг табиий бирикмаларини қайта ишлайди.

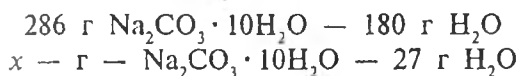
11.10- §. Намунавий масалалар ечиш

1- масала. Натрий карбонат Na_2CO_3 билан унинг кристаллогидрати $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ дан таркиб топган 160 г аралашма сув батамом чиқиб кетгунча қиздирилди. Қолдиқнинг массаси 133 г. Бошланғич аралашмадаги кристаллогидратнинг масса улушини аниқланг.

Ечиш. Қиздирилганда кристаллогидрат парчаланади:



Ажралиб чиққан сувнинг массаси (160—133) г=27 г га тенг. Реакция тенгламасидан кўриниб турибдики, 1 моль $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ дан 10 моль H_2O ҳосил бўлади. Моддаларнинг моляр массалари: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — 286 г/моль, H_2O — 18 г/моль. Шундай қилиб, $1 \cdot 286$ г=286 г $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ парчаланганда $10 \cdot 18$ г=180 г H_2O ажралиб чиқади:



Пропорция тузамиз: $286 : 180 = x : 27$, бундан

$$x = \frac{286 \cdot 27}{180} \text{ г} = 42,9 \text{ г}$$

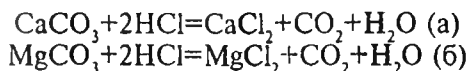
Кристаллогидратнинг бошланғич аралашмадаги масса улуши қуйидагича:

$$\frac{42,9 \cdot 100}{160} \approx 26,81\%$$

2- масала. Кальций ва магний карбонатларининг 20 г аралашмасига хлорид кислота таъсир эттириб, ҳажми нормал шароитда ўлчанган 4,69 л углерод (IV)- оксид олинди. Аралашмадаги карбонатларнинг масса улушларини аниқланг.

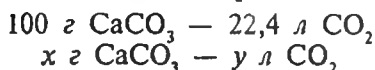
Ечиш. Фараз қилайлик, x — аралашмадаги CaCO_3 нинг массаси (г ҳисобида) бўлсин, y ҳолда магний карбонатнинг массаси $20 - x$ бўлади. CaCO_3 га кислота таъсир эттирилганда ажралиб чиққан CO_2 нинг ҳажмини y орқали белгилаймиз. У ҳолда MgCO_3 га HCl таъсир эттирилганда ажралиб чиққан CO_2 нинг ҳажми 4,59 — y га тенг бўлади.

Реакцияларнинг тенгламаларини тузамиз:



Моддаларнинг моляр массалари: CaCO_3 — 100 г/моль, MgCO_3 — 84 г/моль; газнинг нормал шароитдаги моляр ҳажми 22 л/моль.

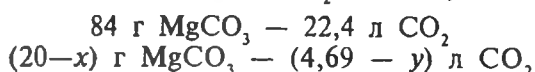
Тенглама (а) дан кўриниб турибдики, $1 \cdot 100 = 100$ CaCO_3 дан $1 \cdot 22,4$ л = 22,4 л CO_2 олиш мумкин, у ҳолда



Пропорция тузамиз: $100 : 22,4 = x : y$, яъни

$$0,224 x = y \quad (\text{в})$$

Тенглама (б) дан кўриниб турибдики, $1 \cdot 84$ г = 84 MgCO_3 дан $1 \cdot 22,4$ л = 22,4 л CO_2 олиш мумкин:



Пропорция тузамиз: $84 : 22,4 = (20 - x) : (4,69 - y)$, бундан

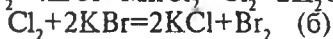
$$22,4 x - 84 y - 54 = 0.$$

(в) ва (г) тенгламалар системасини ечиб, $x = 15$ г, $20 - x = 5$ г эканлигини топамиз, яъни аралашмадаги кальций карбонат билан магний карбонатнинг масса улушлари тегишли куйидагига тенг:

$$\frac{15 \cdot 100}{20} = 75\% \quad \text{ва} \quad \frac{5 \cdot 100}{20} = 25\%$$

3- масала. Мўл марганец (IV)- оксидга 50 г 30% HCl хлорид кислота таъсир эттирилганда олинган хлор тарқибининг бир литрида 0,5 моль калий бромид бор 200 мл эритма орқали ўтказилади. Ҳар қайси босқичда маҳсулотлар унуми 80% ни ташкил этса, бунда неча грамм бром анираниб чиққан?

Ечиш. Реакцияларнинг тенгламаларини тузамиз:



Хлорид кислотадаги водород хлориднинг массасини аниқлаймиз:

$$\frac{50 \cdot 30}{100} \text{ г} = 15 \text{ г } \text{HCl}$$

HCl нинг моляр массаси 36,5 г/молга тенг, демак 15 г да куйидагича бор:

$$\frac{15}{36,5} \text{ моль} \approx 0,4 \text{ моль}.$$

Тенглама (а) дан кўриниб турибдики, 4 моль HCl дан 1 моль Cl_2 ҳосил бўлади, демак, 0,4 моль HCl дан $0,4/4=0,1$ моль Cl_2 ҳосил бўлади. Маҳсулот унуми 80% эканлигини эътиборга олиб, қанча хлор ажралиб чиққанлигини топамиз:

Калий бромиднинг 200 мл эритмасида қуйидагича KBr бўлади:

$$\frac{200 \cdot 0,5}{100} \text{ моль} = 0,1 \text{ моль } \text{KBr}$$

Тенглама (б) дан кўриниб турибдики, 1 моль Cl_2 2 моль KBr билан, 0,08 моль Cl_2 0,16 моль KBr билан реакцияга киришади. Демак, хлор ортиқча, KBr — етишмайдиган миқдорда олинган.

2 моль KBr дан 1 моль бром, 0,1 моль KBr дан — 0,05 моль бром ажралиб чиқади, уларнинг массалари, $0,05 \cdot 160 \text{ г} = 8 \text{ г}$ (Br_2 нинг моляр массаси 160 г/моль га тенг). Бромнинг унумини (80%) эътиборга олиб, неча грамм бром ажралиб чиққанлигини аниқлаймиз:

$$\frac{8 \cdot 80}{100} \text{ г} = 6,4 \text{ г}$$

11- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УЛАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

11.1. IV А группачада элементлар атомининг радиуси ортиб бориш тартибини топинг.

1) кремний; 2) қўрғошин; 3) қалай; 4) углерод;
5) германий;

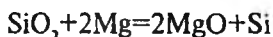
А) 2, 3, 5, 1, 4 В) 4, 1, 5, 3, 2 С) 1, 3, 4, 5, 2 Д) 3, 4, 1, 5, 2 Е) 5, 4, 3, 1, 2.

Ечиш. Тест шартда келтирилган элементлар бош группачада жойлашган. Уларда тартиб рақами, ёки давр рақами ортиб бориши билан атом радиуси ҳам ортиб боради. Бунинг сабаби, шу тартибда атомларда электрон қобиклар сони ортиб боришидир. Бу қаторда 2- даврдаги углерод, кейинги даврлардаги кремний, германий, қалай ва қўрғошин жойлашган.

Жавоб: В бўлади.

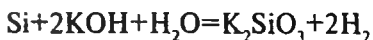
11.2. Массаси 39,6 г бўлган магний ва 37,8 г кремний (IV) оксид орасидаги реакция натижасида ҳосил бўлган кремнийни эритиш учун масса улуши 34% бўлган калий ишқор эритмаси ($\rho=1,37$ г/мл) дан қандай ҳажми талаб этилади?

A) 144,8 B) 156 C) 178,4 D) 204,6 E) 151,5
Ечиш. Кимёвий реакция тенгламаси



Ундан кўринишича, реакцияга моддалар 1 : 2 моль нисбатда киришар экан. Оксидловчининг миқдори $n(\text{SiO}_2) = 37,8 : 60 = 0,63$ моль, қайтарувчини эса $n(\text{Mg}) = 39,6 : 24 = 1,65$ моль экан. Уларнинг нисбатлари $0,63 : 1,65 = 1 : 2,6$ бўлиб, реакцияга MgSiO_2 га қараганда ортиқча миқдорда олинган экан. Маҳсулотнинг (Si) миқдори SiO_2 никига тенг бўлади, яъни $n(\text{Si}) = 0,63$ моль бўлади.

Кремний билан ишқор орасидаги реакция тенгламаси



Ундан кўринишича, реакция учун талаб этиладиган ишқор миқдори кремнийникидан 2 марта кўп бўлади, яъни $n(\text{KOH}) = 2n(\text{SiO}_2) = 2 \cdot 0,63 = 1,26$ моль бўлиб, унинг массаси $m(\text{KOH}) = M(\text{KOH}) \cdot n(\text{KOH}) = 56 \cdot 1,26 = 70,56$ г бўлади. Тест шартига биноан, 100 г эритмада 34 г КОН бўлса, реакцияга талаб этиладиган масса неча грамм эритмада бўлишини ҳисоблаймиз:

100 г эритмада 34 г КОН бўлса,

x г эритмада 70,56 г бўлади, ундан $x = \frac{100 \cdot 70,56}{34} = 207,53$ г эритма, унинг ҳажми эса $V(\text{KOH эритмаси}) = \frac{m}{\rho} = 207,53 : 1,37 = 151,5$ мл бўлади.

Жавоб: Е бўлади.

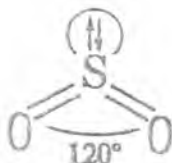
11.3. Қуйидаги моддаларнинг қайсиларида марказий атом *sp*-гибридланган орбиталларга эга?

1) углерод (IV) оксид; 2) олтингугурт (IV) оксид; 3) ацетилен; 4) кремний (IV) оксид; 5) азот (V) оксид; 6) калий оксид; 7) азот.

A) 1, 2, 4 B) 1, 3, 7 C) 1, 5, 6 D) 2, 3, E) 4, 5, 6

Ечиш. Углерод (IV) оксидда 2 та σ - ва 2 та π - боғ мавжуд, унинг тузилиши чизикли бўлади: $\text{O}=\text{C}=\text{O}$; гибрид

нинг sp - ҳолатда эканлиги шубҳасиз. Олтингугурт (IV) оксидида валентлик фақат 4 та электрон воситасида амалга олади, уларнинг 2 таси σ - боғ, яна 2 таси π - боғ ҳосил қилишда қатнашган. Қолган иккита электрони жуфтлашган ҳолатда бўлиб, у sp^2 - гибрид орбиталлардан бирида жойлашган, кислород атомлари S атомлари билан бурчакли молекула ҳосил қилади:



Азот билан молекуласида иккита утлерод атоми иккита та π - боғ битта σ - боғ орқали, қолган валентлик битта водород атоми билан σ - боғ ҳосил қилади: $H-C\equiv C-H$, гибридлашган sp - ҳолатда бўлади. Кремний (IV) оксиди полимер тузилишига эга бўлиб, ундаги 4 та электрон 4 та σ - боғ ҳосил қилишда қатнашган, кремний атоми тетраэдр марказида, ундаги кислород атомлари тетраэдр чўққиларида жойлашган, ҳар бир кислород атоми қўшни кремний атоми билан боғланган. 4 та σ - боғ битта s - ва 3 та p - орбиталлар ҳисобига вужудга келган, демак SiO_2 да sp^3 - гибрид орбиталлар маъқуд бўлади. Азот (V) оксидда 4 та валентлик бўлиб, уларнинг бири π - боғ ҳосил қилишда қатнашган, қолган 3 та валентликда қатнашган электронлар sp^2 - гибрид орбиталларни эгаллаган.

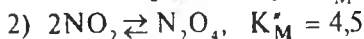
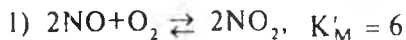
Калий оксидда ковалент боғ йўқ, азот молекуласида азот атомининг 3 та тоқ электронларидан 2 таси π - боғ ҳосил қилган, биттаси σ - боғ ҳосил қилган, иккита электрони sp - орбиталнинг бирини эгаллаганлиги



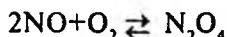
сабабли бу молекула sp - гибридланган ҳолатида бўлади.

Жавоб: В бўлади.

11.4. Куйида келтирилган қайтар реакцияларнинг мувозанат константалари қуйидагича бўлса



улар орасида бошқа тенглама



учун мувозанат константасини ҳисобланг.

А) 17,5 В) 20 С) 23 Д) 25 Е) 27

Ечиш. 1- ва 2- тенгламаларни кетма-кет борадиган реакция деб қабул қилиш керак, чунки 1- реакция маҳсулоти иккинчи реакциянинг бошланғич маҳсулотидир.

Унда

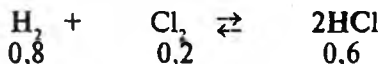
$$\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{NO}]^2[\text{O}_2]} \cdot \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}]^2[\text{O}_2]} = 6 \cdot 4,5 = 27 \text{ бўлади.}$$

Жавоб: Е бўлади.

11.5. Водород хлоридни синтез қилиш реакциясида ҳажми 1 л бўлган реакторда моддаларнинг концентрацияси қуйидагича: $[\text{H}_2]=0,8$ моль, $[\text{Cl}_2]=0,2$ моль ва $[\text{HCl}]=0,6$ моль бўлган. Шу мувозанат ҳолатида бўлган системага қанча миқдорда хлор қўшилганда водород хлориднинг қўшимча ҳосил бўлган концентрацияси 0,2 моль бўлишини ҳисобланг. Шу системанинг мувозанат константаси 2,25 га тенг

А) 0,1 В) 0,2 С) 0,3 Д) 0,4 Е) 0,5

Ечиш. Мувозанат ҳолатда моддалар концентрацияси



қўшилган модда

концентрацияси

+x

ҳосил бўлган ёки

камайган моддалар

-0,1

-0,1

+0,2

концентрацияси

янги мувозанат ҳолатидаги концентрацияси

$$0,8-0,1=0,7 \quad 0,2+x=0,2+0,1=0,3 \quad 0,6+0,2=0,8$$

$$0,7 \quad -0,1=x+0,1$$

$$K = \frac{(0,8)^2}{0,7(x+0,1)} \text{ дан } 2,25 = \frac{0,64}{0,7x+0,07}, \quad 1,58x+0,158=0,64$$

$$1,58x=0,482; \quad x=0,3 \text{ моль.}$$

Жавоб: С бўлади.

2- Б О Б. МЕТАЛЛАРНИНГ УМУМИЙ ХОССАЛАРИ

12.1- §. Металларнинг Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системасида жойлашган ўрни

Агар Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий система-ида (китобнинг биринчи форзацига қ.) бериллийдан ас-атга томон диагонал ўтказилса, у ҳолда диагонални-нг ўнг омони юқорисида металлмас элементлар (ёнаки группача элементлари бундан мустасно), чап томон пастида — ме-талл элементлар (ёнаки группачаларнинг элементлари ҳам дуларга тааллуқли) бўлади. Диагонал яқинига жойлашган элементлар (масалан, Be, Al, Ti, Ge, Nb, Sb ва б.) икки тил хоссали бўлади.

Элементларнинг оилаларга бўлинишига асосланиб (2.8- §), шундай хулосага келиш мумкин: металл элементларга I ва II группаларнинг *s*- элементлари, барча *d*- ва *f*- эле-ментлар, шунингдек бош группачалардаги *p*- элементлар: II (бордан ташқари), IV (Ge, Sn, Pb), V (Sb, Bi) ва VI (Po) киради. Кўришиб турибдики, энг типик металл элементлар даврларнинг (иккинчидан бошлаб) бошланиш қисмида жойлашган.

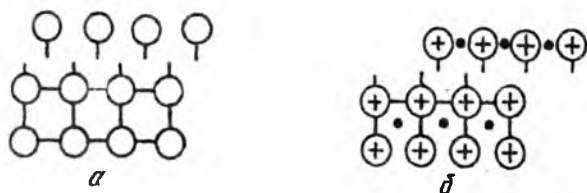
Шундай қилиб, 109 элементдан 85 таси металллардир. Ушбу китобда бош группачалардаги Na, K, Ca, Al ва ёнаки группачалардаги Cr, Fe элементлар анча мукаммал кўриб чиқилади. Шу элементлар кирадиган группачаларга ҳам умумий тавсиф бериб кетилади.

Кичик ва катта даврлардаги элементлар атомлари по-тона ва поғоначаларининг электронлар билан тўлиб бориш тартибини 2.7- § дан қ. Бу параграфни яна бир марта диққат-эътибор билан ўқиб чиқиш, бунда металл элементлар атомларининг электр қобикларининг тузилишига алоҳида эътибор бериш лозим.

12.2- §. Металларнинг физик хоссалари

Ковалент боғланишли кристаллга механик таъсир ўтқа-зилса, атомларнинг айрим қатламлари силжийди, натижада боғланишлар узилади ва кристалл емирилади (12.1- расм. а). Металл боғланишли кристаллга худди шундай таъсир кўрсатилганда ҳам атомларнинг қатламлари бир-бирига нисбатан силжийди, лекин электронлар бутун кристалл

бўйлаб ҳаракатлангани туфайли боғланишлар узилмайди (12.1- расм, б). Металлар ниҳоятда пластик бўлади. Пластиклик Au, Ag, Cu, Sn, Pb, Zn, Fe қаторида камайиб боради. Масалан, олтинни 0,003 мм қалинликдаги листлар ҳолида ёйиш мумкин, бундан турли буюмлар сиртига олтин қоплашда фойдаланилади.



12.1- расм. Панжарали кристалларда қатламларнинг силжиши:
а — атомли панжара; б — металл панжара.

Металлик ялтироғи, одатда кулрантас ва шаффоф эмаслик барча металллар учун хос хусусиятдир, бу эркин электронларнинг борлиги билан боғлиқ.

Металлларнинг электр ўтказувчанлиги яхшилиги уларда эркин электронлар борлиги билан тушунтирилади; бу электронлар озгина потенциаллар айирмаси таъсирида ҳам манфий қутбдан мусбат қутбга томон ҳаракат қилади.

Температура кўтарилиши билан атомларнинг (ионларнинг) тебраниши кучаяди, бу эса электронларнинг бийўналишда ҳаракатланишини қийинлаштиради ва бу билан электр ўтказувчанликнинг камайишига олиб келади. Паст температураларда эса, аксинча, тебранма ҳаракат жуда камайиб кетади ва электр ўтказувчанлик кескин ортади. Кумуш билан миснинг электр ўтказувчанлиги энг катта. Улардан кейин олтин, алюминий, темир келади. Мис билан биргадликда алюминийдан ҳам электр симлар тайёрланади.

Ўтказувчанлиги бор металлмасларда температура кўтарилиши билан ўтказувчанлик ортади, бунга сабаб ковалент боғланишларнинг узилиши ҳисобига эркин электронлар сонининг кўпайишидир. Паст температураларда эса металлмаслар эркин электронлари йўқлиги сабабли ток ўтказмайди. Металлар билан металлмасларнинг физикавий хоссалааридаги асосий фарқ ана шундадир.

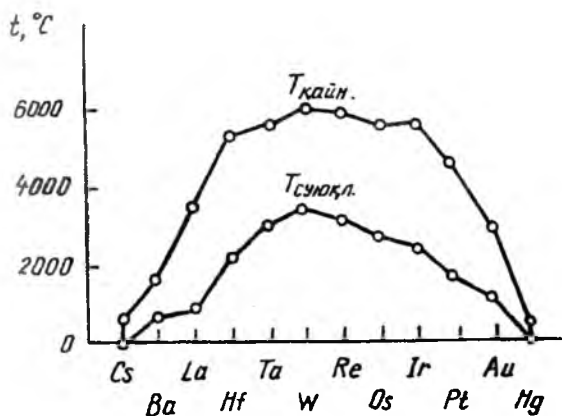
Кўпчилик ҳолларда одатдаги шароитда металлларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги электр ўтказувчанлиги тартиб

ида ўзгаради. Иссиқлик ўтказувчанликка эркин электронларнинг жуда ҳаракатчанлиги ва атомларнинг тебранма ҳаракати сабаб бўлади, шу туфайли металл массасида тез ўрада температура тенглашади. Иссиқлик ўтказувчанлиги энг катта бўлган металллар — кумуш билан мис, энг ками — висмут билан симоб.

Металлларнинг з и ч л и г и турлича бўлади. Металл элементнинг атом массаси қанча кичик ва атомининг радиуси қанча катта бўлса, унинг зичлиги шунча кам бўлади. Металлар орасида энг енгили — литий (зичлиги $0,53 \text{ г/см}^3$), энг оғири — осмий (зичлиги $22,6 \text{ г/см}^3$). Илгари таъкидлаб тилганидек, зичлиги 5 г/см^3 дан кичик бўлган металллар тилгил, қолгандари — оғир металллар дейилади.

Металлларнинг с у ю қ л а н и ш ва қ а й н а ш температураси турлича бўлади. Энг осон суюқладанган металл — симоб, унинг суюқланиш температураси — $38,9^\circ\text{C}$, цезий ва галлий тегишлича 29 ва $29,8^\circ\text{C}$ да суюқланади. Зольфрам — энг қийин суюқладанган металл, унинг суюқланиш температураси 3390°C . У электр лампаларнинг оладарини тайёрлаш учун ишлатилади. 1000°C юқори температураларда суюқладанган металллар қийин суюқландирилган, бундан паст температурада суюқландирилганлари — осон суюқландирилган металллар дейилади.

Суюқланиш ва қайнаш температураларининг турли металлларда бир-биридан катта фарқ қилишини металлларда



12.2- расм. VI давр металлларининг суюқланиш ва қайнаш температуралари эгри чизиклари.

атомлар орасидаги кимёвий боғланишнинг пухталиги турлича эканлиги билан тушунтириш лозим. Текширишлар соҳодаги металл боғланиш фақат ишқорий ва ишқорий-ер металллар учунгина ҳослигини кўрсатди. Лекин бошқа металлларда ва айниқса, амфотер металлларда валент электронларнинг бир қисми локаллашган, яъни қўшни атомлар орасида ковалент боғланишни амалга оширади. Ковалент боғланиш металл боғланишга нисбатан пухта бўлганлиги сабабли, амфотер металлларнинг суюқланиш ва қайнаш температуралари ишқорий ва ишқорий-ер металлларникига қараганда анча юқори бўлади, бу 12.2- расмдан ҳам кўриниб турибди.

Металллар қ а т т и қ л и г и жиҳатдан бир-бирида фарқ қилади. Энг қаттиқ металл — хром (шишани қирқади), энг юмшоқлари — калий, рубидий ва цезий. Уларнинг пичоқ билан осон кесиш мумкин.

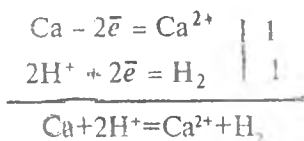
Металллар кристалл тузилишли бўлади. Уларнинг кўпчилиги кубсимон панжара ҳосил қилиб кристаллланади (3.11-расм қ.).

12.3- §. Металлларнинг кимёвий хоссалари

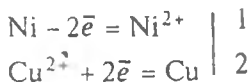
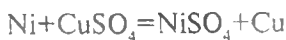
Металлларнинг атомлари валент электронларини анча осон беради ва мусбат зарядланган ионларга айланади. Шунинг учун металллар қайтарувчилар ҳисобланади. Уларнинг асоси ва энг умумий кимёвий хоссаси ана шундан иборат.

Равшанки, металллар қайтарувчилар сифатида турли хил оксидловчилар билан, жумладан оддий моддалар, кислоталар, активлиги камроқ бўлган металлларнинг тузлари ва баъзи бошқа бирикмалар билан реакцияларга киришади. Металлларнинг галогенлар билан ҳосил қилган бирикмалари галогенидлар, олтингугуртли бирикмалари — сульфидлар, азотли бирикмалари — нитридлар, фосфорли бирикмалар — фосфидлар, углеводородли бирикмалари — карбидлар, кремнийли бирикмалари — силицидлар, бромли бирикмалари — бромидлар, водородли бирикмалари — гидридлар дейилади ва ҳ. Бу бирикмаларнинг кўпчилиги янги техникада муҳим соҳаларда ишлатилади. Масалан, металлларнинг боридлардан радиотехникада, шунингдек ядро техникасида нейтронларни турли йўналишда ростловчи ва ундан муҳофаза қилувчи материаллар сифатида фойдаланилади.

Металлларнинг кислоталар билан ўзаро таъсири оксид-аниш-қайтарилиш жараёнидир. Водород иони оксидловчи бўлиб, металлдан электронни бириктириб олади:

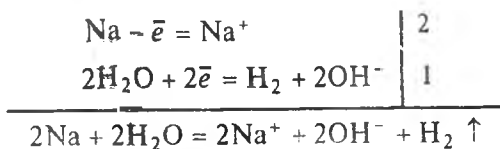


Металлларнинг активлиги камроқ металллар тузларининг сувдаги эритмалари билан ўзаро таъсирини ушбу мисолда ўрсатиш мумкин:

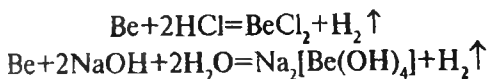


бу ҳолда электронлар активроқ металл (Ni) атомларидан жралади ва активлиги камроқ металл ионларига (Cu^{2+}) бирикади.

Актив металл сув билан реакцияга киришади, бунда сув оксидловчи бўлади. Масалан:



Гидроксидлари амфотер бўлган металллар, одатда, кислота-ларнинг эритмалари билан ҳам, ишқорларнинг эритмалари билан ҳам реакцияга киришади. Масалан:



Шундай қилиб, металлларнинг металлмаслар, Кислота-лар, активлиги камроқ металллар тузларининг эритмалари, сув ва ишқорлар билан ўзаро таъсири уларнинг асосий кимёвий хоссаси — қайтарувчилик хусусиятини тасдиқ-лайди.

Металлар бир-бири билан ҳам кимёвий бирикмалар ҳосил қилиши мумкин. Уларнинг умумий номи — *интерметалл бирикмалар* ёки *интерметаллидлар*. Буларга баъзи металлларнинг сурьма билан ҳосил қилган бирикмалари мисол бўла олади: Na_3Sb , Ca_3Sb_2 , NiSb , Ni_3Sb , FeSb ($x=0,72-0,92$). Уларда кўпинча металллар билан ҳосил қилган бирикмаларига хос бўлган оксидланиш даражасига риоя қилинмайди. Одатда булар бертоллидлар бўлади.

Интерметаллидларда кимёвий боғланиш асосан металл боғланишдан иборат бўлади. Улар ташқи кўринишидан металлларга ўхшайди. Интерметаллидларнинг қаттиқлиги, одатда, уларнинг ҳосил қилган металлларникидан юқори, пластиклиги эса аниқ кам бўлади. Кўпчилик интерметаллидлар амалда ишлатилади. Масалан, сурьма-алюминий AlSb , сурьма-индий InSb ва бошқалардан яримўтказгичлар сифатида кўп фойдаланилади.

12.4- §. Техникада металллар ва қотишмалар

Иккита ёки ундан кўп металллардан, шунингдек, металллар билан металлмаслардан таркиб топган системаларда қотишмалар дейилади. Қотишмаларнинг хоссалари ниҳоятда турли-туман ва бошланғич компонентларникидан фарқ қилиши мумкин. Масалан, 40% кадмий (суюқл. т. 321°C) ва 60% висмутдан (суюқл. т. 271°C) таркиб топган қотишма 144°C да суюқланади. Олтин билан қумушнинг қотишмаси жуда қаттиқ бўлади, ваҳоланки, бу металлларнинг ўзи нисбатан юмшоқдир.

Қотишмаларда кимёвий боғланиш металл боғланишдан иборат. Шунинг учун уларда металл ялтироқлиги, электр ўтказувчанлик ва металлларга хос бошқа хусусиятлар бўлади.

Қотишмалар металлларни суюқлантирилган ҳолатда аралаштириш йўли билан олинади, улар кейин совитилганда қотади. Бунда қуйидаги тичик ҳоллар бўлиши мумкин:

1. Суюқлантирилган металллар бир-бири билан исталган нисбатда аралашади, бир-бирида чексиз эрийди. Буларга бир хил турдаги панжаралар ҳосил қилиб кристаллланадиган атомларининг ўлчамлари бир-бирига яқин бўлган металллар масалан, $\text{Ag} - \text{Cu}$, $\text{Cu} - \text{Ni}$, $\text{Ag} - \text{Au}$ ва б. киради. Бунда суюқланмалар совитилганда қаттиқ эритмалар ҳосил бўлади. Бундай эритмаларнинг кристалларида иккала металлнинг атомлари бўлади, шу сабабли улар тўлиқ бир жинсли бўлади.

Электрод	Окислалаш хоссаларининг кучайиши										
	Окисланган шакли	Окисланган шакли	Окисланган шакли	Окисланган шакли	Окисланган шакли	Окисланган шакли	Окисланган шакли	Окисланган шакли	Окисланган шакли	Окисланган шакли	Окисланган шакли
Қайтарилган шакли	Li^+	K^+	Ca^{2+}	Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}	Mn^{2+}	Zn^{2+}	Cr^{3+}	Fe^{2+}	Ni^{2+}
	Li	K	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Ni
Қайтарилган шакли	Pt^{2+}	Ag^+	Hg_2^{2+}	Cu^{2+}	Pb^{2+}	$2H^+$	Cu^{2+}	$2Hg$	Pt	Ag	Pt
	Pt	Ag	$2Hg$	Pt	Ag	Pt	Cu	$2Hg$	Pt	Ag	Pt
Қайтарилган шаклининг кучайиши											
$E^\circ, В$	-3,04	-2,92	-2,87	-2,71	-2,37	-1,66	-1,18	-0,76	-0,74	-0,44	-0,25
	-0,14	-0,13	0,00	0,34	0,79	0,80	1,20	1,50			

12.1-жадвал. Металларнинг стандарт электрод потенциаллар қатори.

Соф металлларга нисбатан қаттиқ эритмалар нихоятда мустаҳкамлиги, қаттиқлиги ва кимёвий барқарорлиги билан ажралиб туради; улар пластик ва электр токини яхши ўтказади.

2. Суюқлантирилган металллар бир-бири билан исталган нисбатда аралашади, лекин совитилганда қаттиқ эритма ҳосил бўлмайди. Бундай қотишмалар қотганида ҳар қайси металлнинг майда кристалларидан иборат масса олинади. Бу хусусият $Pb - Sn$, $Bi - Cb$, $Ag - Pb$ ва б. қотишмалар учун хосдир.

3. Суюқлантирилган металллар аралаштирилганда бир-бири билан реакцияга киришиб, кимёвий бирикма — *интерметаллид*лар ҳосил қилади. Масалан, мис билан рух ($CuZn$, $CuZn_2$, Cu_2Zn_3), кальций билан сурьма (Ca_3Sb_2), натрий билан қўрғошин (Na_2Pb , Na_2Pb_3 , Na_4Pb_5) ва б. бирикмалар ҳосил қилади. Баъзи қотишмаларга бошланғич металлларнинг уларнинг ўзаро таъсир маҳсулотлари — интерметаллидлар билан аралашмаси сифатида қаралади.

Ҳозирги вақтда айрим қотишмалар *кукун металлургияси* усули билан тайёрланади. Металларнинг аралашмаси кукун ҳолида олинади, катта босим остида прессланади ва юқори температурада қайтарувчи муҳитда қовуштирилади. Бу усул билан ўта қаттиқ қотишмалар олинади.

Қотишмаларни ўрганишга Н. С. Курнаков (1860 — 1941) катта ҳисса қўшди. У қотишмаларни текширишнинг физик-кимёвий анализ дейиладиган янги усулини ишлаб чиқди. Бу усул ёрдамида кўпчилик қотишмаларнинг таркиби билан хоссалари орасидаги боғлиқлик аниқланди, олдиндан белгиланган хоссали: кислотабардош иссиқбардош, ўта қаттиқ ва б. қотишмалар олиш имконияти яратилди.

Алюминий ва темир асосида олинган қотишмалар жуда катта аҳамиятга эга. Баъзи қотишмалар таркибида металлмаслар, масалан, углерод, кремний, бор ва б. кирази.

12.5- §. Стандарт электрод потенциаллар қатори

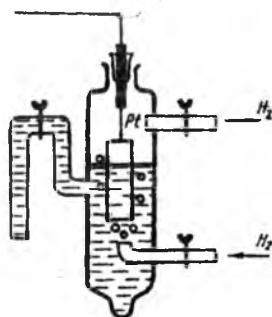
Ўрта мактабда сиз металлларнинг электрокимёвий кучланишлар қаторини ўргангансиз. Унинг аниқроқ номи — *металлларнинг стандарт электрод потенциал қаторидир*.

Айрим металллар учун бу қатор 12.1- жадвалда келтирилган. Бундай қатор қандай тузилади? Нима учун, масалан, бу қаторда натрий кальцийдан кейин туради? Бу қатордан қандай фойдаланиш мумкин?

Биринчи саволга сиз биладиган маълумотлар асосида жавоб бериш мумкин. Исталган металл электролит эритмасига ботирилганда металл/эритма сирт чегарасида потенциаллар айирмаси вужудга келади, у *электрод потенциали* дейилади. Ҳар қайси электроднинг потенциали металлнинг табиатига, унинг эритмадаги ионларининг концентрацияси ва температурага боғлиқ.

Алоҳида электроднинг потенциалини бевосита ўлчаб

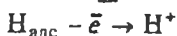
бўлмайди. Шунинг учун электрод потенциаллар *стандарт водород электродга* нисбатан ўлчанади, унинг потенциали температуранинг барча қийматларида шартли равишда нолга тенг деб олинади. Водород электрод платина кукуни (электролитик чўктирилган платина) билан қопланган платина пластинкадан иборат бўлиб, сульфат кислота эритмасига ботирилган бўлади; кислота эритмасида водород ионларининг концентрацияси 1 моль/л га тенг; пластин



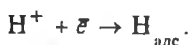
12.3- расм. Стандарт водород электрод.

кани 25°C да 101,325 кПа босимли газсимон водород оқими ювиб ўтиб туради (12.3- расм).

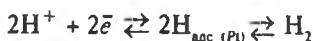
Молекуляр водород эритмадан ўтганида эрийди ва платина сиртига яқинлашади. Платина сиртида водород молекулалари атомларга ажралади ва адсорбланади (сиртга ўтиради). Водороднинг адсорбланган атомлари $H_{\text{адс}}$ ионланади:



водород ионлари эса электронларни бириктириб олиб, адсорбланган ҳолатга ўтади:

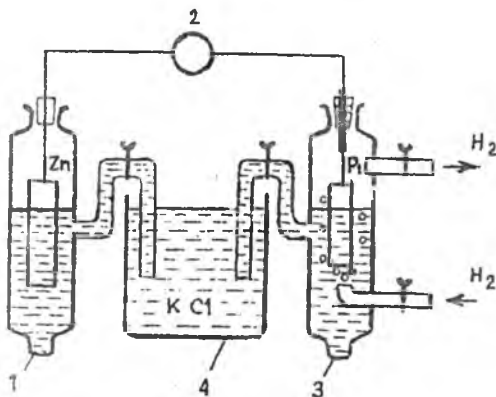


Водород электроддаги анча тулиқ мувозанат ушбу схема билан ифодаланади:



Бу мувозанатнинг ўрта қисми одатда тушириб қолдирилади, лекин бундай мувозанатнинг қарор топишида платина жуда катта роль ўйнашини назарда тутиш лозим.

Агар энди исталган металл пластинкасини унинг тузининг эритмасига ботириб (бу эритмада металл ионларининг концентрацияси 1 моль/л бўлиши керак), стандарт водород электрод билан 12.4- расмда кўрсатилгани каби улан-



12.4- расм. Металлнинг стандарт электрод потенциалини ўлчаш учун гальваник занжир:

1 — аниқланадиган электрод; 2 — потенциометр; 3 — стандарт водород электрод; 4 — калий хлорид эритмаси.

са, у ҳолда гальваник элемент (электр-кимёвий занжир) олинади; бу элементнинг электр юритувчи кучини (қисқартирилган ЭЮК) осон ўлчаш мумкин. Шу ЭЮК берилган электроднинг стандарт электрод потенциали дейилади (одатда E° билан белгиланади). Шундай қилиб, текширилаётган электрод билан стандарт водород электроддан тузилган гальваник элементнинг (электр кимёвий занжирнинг) ЭЮК электрод потенциали дейилади.

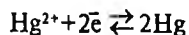
Бундай занжир 12.4- расмда тасвирланган. Электрод потенциали оксидланиш-қайтарилиш потенциали ҳам дейилади.

Электрод потенциалларни E ва стандарт электрод потенциалларни E° билан белгилашда белгилар ёнига шу потенциал қайси системага тааллуқлилигини кўрсатувчи индекс қўйиш қабул қилинган. Масалан, $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2$ системанинг стандарт электрод потенциали $E^\circ_{2H^+/H_2}$, $Li^+ + e^- \rightleftharpoons Li$ системаники $E^\circ_{Li^+/Li}$, $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 4H_2O$ системаники эса $E^\circ_{MnO_4^-/Mn^{2+} + 4H_2O}$ каби ёзилади.

Металларни стандарт электрод потенциалларининг алгебраик қиймати ортиб бориши тартибида жойлаштириб, 12.1- жадвалда кўрсатилган қатор олинади. Унга бошқа оксидланиш-қайтарилиш системалари (шу жумладан металмаслар системалари ҳам) уларнинг E° га мувофиқ ҳолда киритилиши мумкин, масалан, $E^\circ_{Cl_2/Cl} = 1,36 \text{ В}$, $E^\circ_{F_2/F} = 2,87 \text{ В}$, $E^\circ_{S/S^{2-}} = -0,51 \text{ В}$ ва ҳ. 12.1- жадвалда кўрсатилган қаторни энг муҳим металлардан тузилган, 25° даги сувли эритмалардаги оксидланиш-қайтарилиш системалари стандарт электрод потенциаллари қаторининг бир бўлаги сифатида қараш мумкин*. Бу қатордан олдин Н. Н. Бекетовнинг «сиқиб чиқариш қатори» тузилган эди.

* АҚШда электрод потенциалларнинг тескари ишоралари қабул қилинган: энг мусбати (+3,04 В). Li^+/Li электродда ва энг манфий (-2,87 В) $F_2/2F$ системада. Инглиз тилидан таржима қилинган ўқув адабиётида худди шундай ҳисоблаш тартибини учратиш мумкин.

Символ Hg симоб (I) тузининг эритмасида симоб электродга татбиқ этилади, унинг ионини, димер ҳолида тасвирлаш қабул қилинган:



Стандарт электрод потенциалларнинг кўпчилигини тажрибада аниқлаш мумкин. Лекин ишқорий металллар ва ишқорий-ер металллар учун E° қийматлари фақат назарий ҳисоб-таб топилади, чунки бу металллар сув билан ўзаро таъсирлашмайди.

Стандарт электрод потенциаллар қатори металлларнинг кимёвий хоссаларини тавсифлайди. Бу қатор электролизда ионлар қандай кетма-кетликда қайтарилишини аниқлаш учун, шунингдек металлларнинг бошқа хоссаларини баён қилишда ишлатилади (10.9 ва 12.5- § ларга қ.).

Потенциалнинг алгебраик қиймати қанча кичик бўлса, шу металлнинг қайтарувчилик хусусияти шунча кучли ва ионларининг оксидлаш хусусияти шунча кам бўлади.

Бу қатордан кўриниб турибдики, литий метали — энг кучли қайтарувчи, олтин — энг кучсиз. Ва, аксинча, олтин йони Au^{3+} энг кучли оксидловчи, литий йони Li^+ — энг кучсиз (21.1- жадвалда бу хоссаларнинг кучайиб бориши стрелкалар билан кўрсатилган).

Стандарт электрод потенциаллар қаторида ҳар қайси металл ўзидан кейинги металлларни тузларининг эритмаларидан сиқиб чиқара олади. Лекин бу ҳамма ҳолларда ҳам албатта сиқиб чиқаради, деган сўз эмас. Масалан, алюминий мисни мис (II)- хлорид CuCl_2 эритмасидан сиқиб чиқаради, лекин уни мис (II)- сульфат CuSO_4 эритмасидан амалда сиқиб чиқара олмайди. Бунга сабаб шуки, алюминий сиртидаги ҳимоя пардасини хлорид-ион Cl^- лар сульфат-ион SO_4^{2-} ларга қараганда тезроқ емиради.

Металлларни уларнинг тузлари эритмаларидан анча актив ишқорий металллар ва ишқорий-ер металллар томонидан сиқиб чиқарилиш реакцияларининг тенгламаларини, кўпинча, стандарт электрод потенциаллар қатори асосида ёзадилар ва, табиийки, хато қиладилар. Бу ҳолда металллар сиқиб чиқарилмайди, чунки ишқорий металллар ва ишқорий-ер металлларнинг ўзи сув билан реакцияга киришади.

Стандарт электрод потенциалларнинг қийматлари манфий бўлган, яъни қаторда водороддан олдин турган барча металллар суюлтирилган кислоталардан (HCl ёки H_2SO_4 га ўхшаш) водородни сиқиб чиқаради ва ўзи кислоталарда эрийди. Лекин кўргошин сульфат кислотанинг суюлтирилган эритмаларида амалда эримади. Бунга сабаб шуки,

кўрғошин сиртида дарҳол кам эрийдиган кўрғошин сульфат $PbSO_4$ тузидан иборат ҳимоя қатлами ҳосил бўлади ва у эритмани металлга тегизмай қўяди. Қаторда водородда кейин турган металллар уни кислоталардан сиқиб чиқаролмайди.

Келтирилган мисоллардан шундай хулоса чиқариш мумкин: стандарт электрод потенциаллар қаторидан фойдаланишда кўриб чиқилаётган жараёнларнинг ўзига хос хусусиятларини эътиборга олиш лозим. Энг асосийси — шунга назарда тутиш керакки, стандарт электрод потенциаллар қаторини сувдаги эритмаларгагина татбиқ этиш мумкин, улар сувли муҳитда борадиган оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида металлларнинг кимёвий активлигини кўрсатади.

Стандарт электрод потенциаллар қаторида натрий Na, кальций (Ca) дан кейин жойлашган: унинг стандарт электрод потенциалининг алгебраик қиймати каттароқ.

Ҳар қандай гальваник элементнинг ЭЮК ни стандарт электрод потенциаллар E^0 нинг айирмасидан ҳисоблаб топиш мумкин. Бундай ЭЮК доимо мусбат катталиқ эканлигини назарда тутиш керак. Шунинг учун алгебраик қиймати катти бўлган электрод потенциалидан алгебраик қиймати кичи бўлган электрод потенциалини айириш лозим. Масалан мис — рух элементининг ЭЮКи стандарт шароитларда $0,34 - (-0,76) = 1,1$ В бўлади.

12.6- §. Металлар олишнинг асосий усуллари

Металлар табиатда эркин ҳолатда (ёмби металллар) ва асосан, кимёвий бирикмалар ҳолида учрайди.

Активлиги энг кам бўлган металллар ёмби металллар ҳолида учрайди. Уларнинг асосий вакиллари олтин, билла, платинадир. Кумуш, мис, симоб, қалай табиатда ёмби ҳолида ҳам, бирикмалар ҳолида ҳам, қолган барча металллар (стандарт электрод потенциаллар қаторида қалайгача бўлган металллар) — фақат бошқа элементлар билан ҳосил қилган бирикмалари ҳолида учрайди.

Таркибида металллар ва уларнинг бирикмалари бошқа саноатда металллар олиш учун яроқли бўлган минераллар ва тоғ жинслари *рудалар* дейилади. Металлларнинг энг муҳим рудалари уларнинг оксидлари ва тузлари (сульфидлар, карбонатлари ва ҳ.). Агар руда таркибида иккита ва ундан

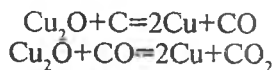
кўп металлларнинг бирикмалари бўлса, бундай рудалар *полиметалл рудалар* дейилади (масалан, мис-рухли, кўргошин-кумушли ва б.).

Рудалардан металллар олиш — металлургиянинг вазифасидир.

Металлургия — бу табиий хом ашёдан саноатда металллар олиш усули ҳақидаги фан. Металлургия саноати ҳам металлургия дейилади.

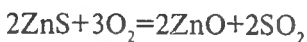
Ҳозирги металлургияда 75 хилдан кўп металллар ва удар асосида турли-туман қотишмалар олинади. Металллар олишнинг усулларига қараб пиро-, гидро- ва электрометаллургия бўлади.

Пирометаллургия металлургияда етакчи ўринни эгаллайди. У рудалардан металлларни юқори температурада қайтариш реакциялари ёрдамида олиш усулларини ўз ичига олади. Қайтарувчилар сифатида кўмир, актив металллар, углерод (II)- оксид, водород, метан ишлатилади. Масалан, кўмир билан углерод (II)- оксид қизил мис рудаси (куприт) Cu_2O дан мисни қайтаради:

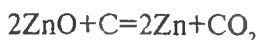


Темир рудаларидан чўян ва пулат олиш ҳам пирометаллургияга мисол бўлади (14.9- § га қ.).

Агар руда металл сульфиди бўлса, у олдин куйдириб оксидлаш (ҳаволи жойда куйдириш) йўли билан оксидга айлантирилади. Масалан:



Сўнгра металл оксиди кўмир ёрдамида қайтарилади:



Кўмир (кокс) билан қайтариб олинadиган металллар карбидлар ҳосил қилмайдиган ёки беқарор карбидлар (углеродли бирикмалар) ҳосил қиладиган ҳоллардагина қўлланади; бундай металлларга темир ва кўпчилик рангдор металллар — мис, рух, кадмий, германий, қалай, кўргошин ва б. киради.

Металлларни ударнинг бирикмаларидан кимёвий жиҳатдан активроқ бўлган бошқа металллар билан қайтариш **металлотермия** дейилади. Бу жараёнлар ҳам юқори температурада содир бўлади. Қайтарувчилар си-

фатида алюминий, магний, кальций, натрий шунингдек, кремний ишлатилади. Агар қайтарувчи алюминий бўлса, у ҳолда жараён а л ю м и н о т е р м и я, агар магний бўлса — м а г н и й т е р м и я дейилади. Масалан:



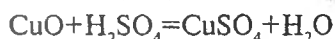
Металлотермия йўли билан, одатда, қайтарилганда кўмир билан карбидлар ҳосил қиладиган металллар (ва уларнинг қотишмалари) олинади. Булар — марганец, хром, титан, молибден, вольфрам ва б.

Баъзан металллар уларнинг оксидларидан водород билан қайтарилади (в о д о р о д о т е р м и я). Масалан:

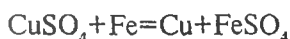


Бунда жуда тоза металллар олинади.

Г и д р о м е т а л л у р г и я г а металлларни тузларининг эритмаларидан олиш усуллари киради. Бунда руда таркибига кирадиган металл дастдаб мос реагентлар ёрдамида эритмага ўтказилади, сўнгра шу эритмадан ажратиб олинади. Масалан, таркибида мис (II)- оксид CuO бор мис рудасига суюлтирилган сульфат кислота билан ишлов берилганда мис сульфат ҳолида эритмага ўтади:



Сўнгра мис эритмадан электролиз йўли билан ёки темир кукуни ёрдамида сиқиб чиқариш орқали ажратиб олинади:



Ҳозирги вақтда қазиб олинadиган барча миснинг 25% га яқини гидрометаллургия усули билан олинади. Бу усулнинг келажаги порлоқ, чунки рудани ер юзасига чиқармай туриб металллар олишга имкон беради.

Олтин, кумуш, рух, кадмий, молибден, уран ва бошқа металллар ҳам шу усул билан олинади. Таркибида ёмби олтин бор рудага майдалангандан кейин калий цианид эритмаси билан ишлов берилади. Бунда олтиннинг ҳаммаси эритмага ўтади. У эритмадан электролиз усулида ёки рух метали билан сиқиб чиқариш орқали ажратиб олинади.

Э л е к т р о м е т а л л у р г и я г а металлларни электролиз ёрдамида олиш усуллари киради. Бу усул билан асосан енгил металллар — алюминий (13.11- § га қ.), натрий (13.2- § га қ.) ва бошқа суюқлантирилган оксидларидан ёки хлоридларидан олинади.

Электролиздан баъзи металлларни тозалаш учун ҳам фойдаланилади. Тозаланадиган металлдан анод тайёрланади. Электролиз вақтида анод эрийди, металл ионлари эритмага ўтади, катодда эса улар чўкади. Электролитик тоза металллар: мис, кумуш, темир, никель қўроғошин ва бошқалар ана шундай олинади.

Ҳозирги яримўтказгичлар техникаси билан атом техникасига ниҳоятда тоза (қўшимчалар миқдори кўпи билан 10⁻⁶%) металллар зарур. Металлларни пухта тозалашнинг энг муҳим усуллари зонали суюқлантириш, металлларнинг учувчан бирикмаларини қиздирилган сиртда парчалаш, металлларни вакуумда қайта суюқлантириш ва б.

Шундай қилиб, металлларни бирикмаларидан олишнинг барча усуллари оксидланиш-қайтарилиш жараёнларига асосланган.

12.7- §. Металлларнинг коррозияланиши

Металлар коррозияга учрайди. Коррозияланиш деганда металлларнинг теварак-атрофдаги муҳит таъсирида емирилиши тушунилади. Бу ўз-ўзидан борадиган оксидланиш-қайтарилиш жараёнидир. Емирилишнинг содир бўлиш механизмига кўра коррозия икки хил — кимёвий ва электрокимёвий бўлади.

Металлнинг теварак-атрофдаги муҳитда оксидланиш емирилишида системада электр токи пайдо бўлмаса, бундай емирилиш кимёвий коррозияланиш дейилади.

Бу ҳолда металл муҳитнинг таркибий қисмлари — газлар ва ноэлектролитлар билан реакцияга киришади.

Кимёвий коррозияланишнинг газдан коррозияланиш дейиладиган тури, яъни металлларнинг ҳаво кислороди билан бирикиши катта зарар келтиради. Ҳарорат кўтарилганда кўпчилик металлларнинг оксидланиш тезлиги жуда ортиб кетади. Масалан, темирда 250 — 300°C даёқ оксидларнинг кўринадиган пардаси ҳосил бўлади. 600°C ва ундан юқорида металлларнинг сирти темирнинг турли хил оксидлари: FeO, Fe₃O₄; Fe₂O₃ дан иборат куйинди қатлами билан қопланади. Куйинди темирни кейинги оксидланишдан муҳофаза қила олмайди, чунки унда дарз кетган жойлар ва ғовақлар бўлиб, улар металлга кислороднинг ўтишини оsonлаштиради. Шунинг учун темир 800°C дан юқорида қиздирилганда унинг оксидланиш тезлиги жуда ортиб кетади.

Ноэлектролитлардаги кимёвий коррозияланишга ички ёнув двигателлари цилиндрларининг емирилиши мисол бўла

олади. Ёқилғида қўшимчалар — олтингугурт ва унинг бирикмалари бўлади, улар ёнганида олтингугурт (IV)- ва (VI)- оксидларга — коррозион-актив моддаларга айланади. Улар реактив двигателларнинг деталларини — соғло ва бошқаларни емиради.

Электрохимёвий коррозия энг катта зарар келтиради.

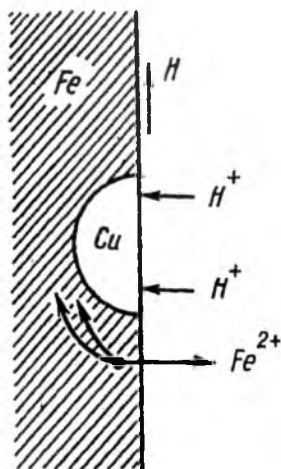
Металлнинг электролит муҳитида емирилишида система ичида электр токи вужудга келса, бундай емирилиш электрохимёвий коррозияланиш дейилади.

Бу ҳолда химёвий жараёнлар (электронлар бериш) билан бирга электр жараёнлар (электронларнинг бир қисмдан бошқа қисмга ўтиши) ҳам содир бўлади.

Электрохимёвий коррозияланишга мисол тариқасида электролит хлорид кислота эритмасида (яъни водород ионлари H^+ нинг концентрацияси юқори бўлганда) мисга тегиб турган темирнинг коррозияланишини келтириш мумкин. Металлар бир-бирига бундай тегиб турганда гальваник элемент вужудга келади (7.1- § ва 12.5- расмга қ.).*

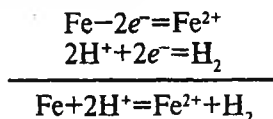
12.5- расмда кўрсатилганидек, активроқ металл — темир (анод) электронларини мис атомларига бериб, оксидланади ва Fe^{2+} ионлари ҳолида эритмага ўтиб, муҳитнинг хлорид ионлари билан темир (II)- хлорид $FeCl_2$ ҳосил қилади.

Водород ионлари эса мисга (катодга) бориб, электронларни бириктириб олади ва зарядсизланади. Бу реакцияларни ионли кўринишда ушбу умумий тенглама билан ифодалаш мумкин:

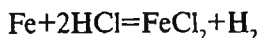


12.5- расм. Гальваник жуфтнинг таъсир схемаси.

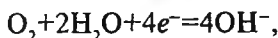
* Электродларнинг номини ва уларнинг белгиларини бир-биридан фарқлаш лозим. Гальваник элементларда манфий электрод анод, мусбат — катод дейилади. Электролизда электродларнинг номи тескари аталади, яъни манфий электрод катод (ток манбаининг манфий қутби билан боғланган), мусбат қутби — анод дейилади (ток манбаининг мусбат қутби билан боғланган). Бундай фарқ бўлишига сабаб шуки, системадан электронларни олиб кетувчи электродни анод, системага электронлар киритувчи электродни катод деб аташ келишиб олинган.



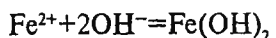
ёки



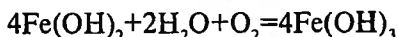
Катодларда водород ионлари (ёки сув молекулалари) зарядсизланиши ўрнига электролитда эриган кислороднинг қайтарилиш жараёни содир бўлиши ҳам мумкин:



яъни катод сиртида кислород молекулалари электронларни боғлайди. Бу катоднинг *кислородли қутбсизланиши* дейилади. Бунда қандай жараён содир бўлиши шароитга боғлиқ: кислотали муҳитда водород ажралиб чиқади (катоднинг водородли қутбсизланиши содир бўлади: $2\text{H}^+ + 2e^- = \text{H}_2$), нейтрал ва ишқорий муҳитларда (пўлатнинг, темирнинг коррозияланишида) катоднинг кислородли қутбсизланиши содир бўлади ва водород ажралиб чиқмайди. Бу ҳолда ҳосил бўлган гидроксид-ионлар OH^- эритмага ўтган Fe^{2+} ионлари билан бирикади:



Темир (II)- оксид сув ва ҳаво кислороди иштирокида темир (III)- гидроксидга айланади.



Темир (III)- гидроксидни $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ тарзида ифодалаш мумкин. Қўнғир зангнинг таркиби ноаниқ: $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Электрохимёвий коррозияни асосан бошқа металлларнинг ва металлмас моддаларнинг қўшимчалари ёки сиртнинг бир жинсли эмаслиги келтириб чиқади. Электрохимёвий коррозия назариясига мувофиқ, бундай ҳолларда металл электролитга текканида (электролит ҳаводан адсорбиаланган намлик бўлиши мумкин) унинг сиртида гальваник микроэлементлар вужудга келади. Бунда потенциали манфийроқ бўлган металл емирилади — унинг ионлари эритмага, электронлар эса активлиги камроқ бўлган металлга ўтади ва бу металлда водород ионлари қайтарилади (водородли қутбсизланиш) ёки сувда эриган кислород қайтарилади (кислородли қутбсизланиш).

Шундай қилиб, электрохимий коррозияланишда (хил металллар бир-бирига тегиб турганида ҳам, битта металлнинг сиртида микрогальваник элементлар ҳосил бўлганида ҳам) электронлар оқими активроқ металлдан активроқ металлга (ўтказгичга) йўналган бўлади. Гальваник элемент (гальваник жуфтни) ҳосил қилган металллар стандарт электрод потенциаллар қаторида бир-биридан қанча узоқ жойлашган бўлса, коррозияланиш тезлиги шунча катта бўлади.

Коррозияланиш тезлигига электролит эритмасининг хусусияти (муҳити) ҳам таъсир қилади. Унинг кислоталиги қанча юқори (яъни pH кичик) ва таркибида оксидовчилар миқдори қанча кўп бўлса, коррозия шунча тез кетади. Коррозияланиш ҳарорат кўтарилганда ҳам анча кучаяди.

Баъзи металлларга ҳаво кислороди текканида ёки агрессив муҳитда пассив ҳолатга ўтади, бунда коррозияланиш кескин камаяди. Масалан, концентрдланган нитрат кислота темирни осонлик билан пассив ҳолатга ўтказиши ва у амалда концентрдланган нитрат кислота билан реакцияга киришмайди. Бундай ҳолларда металл сиртида зўр ҳимоя оксид пардаси ҳосил бўлади, у металлни муҳитга тегизмай қўяди.

Ҳимоя пардаси алюминий сиртида доимо бўлади (13.11-§ га қ.). Бундай пардалар қуруқ ҳавода Be , Cr , Zn , Ta , Ni , Cu ва бошқа металллар сиртида ҳам ҳосил бўлади*. Кислород энг кўп тарқалган пассиватор ҳисобланади.

Зангламайдиган пўдат ва қотишмаларнинг коррозиябардошлиги пассивланиши билан тушунтирилади.

12.8- §. Коррозиядан муҳофаза қилиш

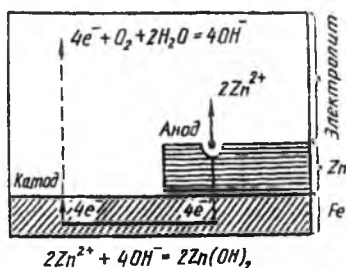
Металлларнинг коррозияланиши узлуксиз давом этади ва катта зарар етказиши мумкин. Темирнинг коррозияланиш туфайли

* Металлларнинг пассив ҳолатга ўтиши кўпинча унинг сиртида кислород атомларининг хемосорбиданган қатлами ҳосил бўлиши билан тушунтирилади. Бунда кислород атомлари металлнинг барча сиртини ёки унинг бир қисмини қоплаши мумкин. Осон пассивланадиган бошқа металл билан легирлаш, металл сирти яқинида пассиваторнинг концентрациясини ошириш ва бошқа омиллар пассивланишга ёрдам беради.

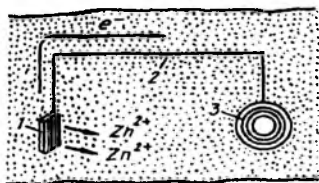
бевосита исрофлари йилига суюқлантириб олинадиган темирнинг 10% га яқинини ташкил этиши ҳисоблаб чиқилган. Коррозияланиш натижасида металл буюмлар ўзининг қимматли техникавий хоссаларини йўқотади. Шунинг учун металл ва қотишмаларни коррозияланишдан муҳофаза қилиш усуллари катта аҳамиятга эга. Улар ниҳоятда турли-тумандир. Улардан баъзиларини айтиб ўтамиз.

Металлларнинг ҳимоя сирт қўпламлари. Улар металлдан (рух, қалай, хром ва бошқа металллар билан қоплаш) ва металлмасдан (док, бўёқ, эмаль ва бошқа моддалар билан қоплаш) қилиниши мумкин. Бу қопламлар металлни ташқи муҳитдан ажратиб туради. Масалан, томга ёпиладиган тунука рух билан қопланади: рухланган тунукадан турмушда ва саноатда ишлатиладиган кўпгина буюмлар тайёрланади. Рух қатлами темирни коррозиялашдан сақлайди, рух темирга қараганда анча актив металл бўлса ҳам (металлларнинг стандарт электрод потенциаллар қаторига, 12.1-жадвалга қ.), у оксид пардаси билан қоплангандир. Ҳимоя қатлам бузилганда (тирналганда, том тешилганда ва ҳ.) намлик иштирокида гальваник жуфт Zn/Fe вужудга келади. Унда темир катод (мусбат қутб), рух — анод (манфий қутб) бўлади (12.6-расм). Электронлар рухдан темирга ўтади ва кислород молекулалари билан боғланади (кислородли қутбсизланиш), рух эса эрийди; лекин рух қатламининг ҳаммаси емирилиб бўлгунча темир ҳимояланганича қолади, бу эса анча узоқ вақтда содир бўлади. Темир буюмлар сиртини никель, хром билан қоплаш коррозияланишдан муҳофаза қилишдан ташқари буюмларнинг ташқи кўринишини чиройли қилади.

Антикоррозион хоссаларга эга бўлган қотишмалар яратиш. Пўлат таркибига 12% га қадар хром киритиш йўли билан коррозиябардош зангламайдиган пўлат олинади. Никель, кобальт ва мис қўшиш пўлатнинг антикоррозион хоссаларини кучайтиради, чунки қотишманинг пассивлашишга мойиллиги кўпаяди. Антикоррозион хоссали қотишмалар



12.6- расм. Рухнинг гальваник жуфт Zn/Fe да коррозиядан емирилиши.



12.7- расм. Ер ости металл қувурларни протекторли муҳофаза схемаси: 1 — протектор (рух, у коррозиялайди); 2 — ток ўтказгич; 3 — қувур (рух электронлари ҳисобига муҳофазаланган).

яратиш — коррозия туфайли бўладиган исрофларга қарши курашнинг муҳим йўналишларидан биридир.

Протектор ҳимоя ва электр ҳимоя. Протектор ҳимоя электролит муҳитида (денгиз суви, ерости сувлари, тупроқ сувлари ва ҳ.) бўладиган конструкция (ерости қувури, кем корпуси) муҳофаза қилинадиган ҳолларда қўлланилади. Бундай ҳимоянинг моҳияти шундан иборатки, конструкция протектор* — муҳофаза қилинадиган конструкция металлга қараганда активроқ металлга уланади. Пўлат буюмларни муҳофаза қилишда протектор сифатида одатда магний, алюминий, рух ва уларнинг қотишмаларида фойдаланилади. Коррозияланиш жараёнида протектор анод бўлиб хизмат қилади ва емирилади, бу билан конструкцияни емирилишдан сақлаб қолади (12.7- расм). Протекторда емирилган сари уларни янгиси билан алмаштириб борилади.

Электр ҳимоя ҳам шу принципга асосланган. Электролит муҳитида турган конструкция бунда ҳам бошқа металлга (одатда темир бўлаги, рельс ва ш. ў.), лекин ташқи ток манбаи орқали уланади. Бунда ҳимояланадиган конструкция катодга, металл — ток манбаининг анодига уланади. Ток манбаи аноддан электронларни олади, анод (муҳофаза қилувчи металл) емирилади, катодда эса оксидловчининг қайтарилиши содир бўлади.

Электр ҳимоянинг протектор ҳимоядан афзаллиги борунинг таъсир радиус 2000 м га яқин, протектор ҳимояники эса — 50 м атрофида бўлади.

Муҳит таркибини ўзгартириш. Металл буюмларнинг коррозияланишини секинлаштириш учун электролитте *коррозияни секинлатувчи* моддалар ёки *ингибиторлар* дейилладиган моддалар (кўпинча органик) қўшилади. Улар ме

* Лат. protector — ҳимоячи, ҳомий.

илни кислота емиришидан сақлаш зарур бўлган ҳолларда ўлланилади.

Кейинги йилларда учувчан ингибиторлар (бошқача айтганда атмосфера ингибиторлари) ишлаб чиқилди. Улар оғозга шимдирилади ва металл буюмлар шу қоғоз билан ралади. Ингибиторларнинг буғи металл сиртига адсорбанади ва унда ҳимоя пардасини ҳосил қилади.

Ингибиторлар буғ қозонларини қуйқадан кимёвий озалашда, ишлов берилган буюмлар сиртидан куйиндини ўқотишда, шунингдек, хлорид кислотани пўлат идишда ақлаш ва ташишда кўп ишлатилади. Анорганик ингибиторлар қаторига нитритлар, хромотлар, фосфатлар, силикатлар иради. Ингибиторларнинг таъсир этиш механизми кўпчиик кимёгарларнинг тадқиқот мавзусидир.

12- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УЛАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

12.1. Куйидаги *p*- элементлар орасидан металл хусусияига эга бўлганларни топинг.

- 1) кремний; 2) бор; 3) фосфор; 4) сурьма;
- 5) мишьяк; 6) қалай; 7) селен; 8) висмут;
- 9) теллур; 10) полоний.

- A) 1, 3, 5, 7 B) 2, 4, 5, 6 C) 4, 6, 8, 10
D) 5, 6, 7, 10 E) 2, 5, 9, 10.

Ечиш. Даврий системада фақат 22 та элемент (улардан *s*- элементлар — водород ва гелий; қолган 20 таси *p*- элементлар) металлмаслар группасини ташкил этади. Улар қаторига яна 5 та нодир газлар (Ne, Ar, Kr, Xe ва Rn), алогенлар (F, Cl, Br, I ва At), кислород ва халькогенлар (O, S, Se, Te), VA группачадаги 3 та элемент (N, P ва As), IVA группачада (C ва Si) ва IIIA группачада фақат битта В elementi металлмаслардир.

Жадвалдаги *p*- элементлардан металлик хусусиятига эга бўлганлар сони кўп эмас: улар IIIA группачада 4 та (Al, Ga, In ва Tl), IVA группачада 3 та (Ge, Sn ва Pb), VA группачада фақат 2 та (Sb ва Bi), VIA группачада фақат 1 та элемент — полоний металл хоссага эга (жами бўлиб 10 та элемент). Қолган металл хусусиятга эга бўлганлари орасида 12 та (ишқорий металллар ва IIA группачадагилар) *s*- элементлар 33 та *d*- элементлар ва 28 та *f*- элементлар бўлиб, уларнинг жами 83 та бўлади.

Тест саволларидаги 4, 6, 8 ва 10 лар p - оиласидаги металллар тоифасига тааллуқлидир.

Жавоб: С бўлади.

12.2. Электрон конфигурацияси... $4s^2 3d^5$ бўлган Э^{3+} қайси элементга тааллуқли?

- А) хром В) темир С) алюминий Д) хром
Е) марганец.

Ечиш. Бу электрон конфигурацияга элементнинг йўқотган 3 та электрони жойлаштирилган... $4s^1 3d^5$ конфигурацияни оламиз. Бу d - элемент хром бўлади.

Жавоб: А бўлади.

12.3. Оксидланиш даражаси +2 бўлган элемент ионнинг электрон конфигурацияси... $4s^2 3d^5$ бўлса, бу қайси элемент бўлади? А) темир В) хром С) марганец Д) кобальт Е) никел.

Ечиш. Элемент 2 та электрон йўқотиб $3d^5$ ҳолатига ўтган бўлса, бу электронлар $4s$ - поғоначасидаги электронлар бўлиши керак, яъни атомнинг конфигурациясининг валент поғоначалари ... $4s^2 3d^5$ бўлган, унинг тартиб рақами 2 бўлиши керак.

Жавоб: С бўлади.

12.4. Металларни коррозиядан сақлаш тадбирларида қайсылари қўлланади?

- 1) металлларни металлмас юза билан қоплаш;
- 2) металлни ундан пассив бўлган металл қатлам (масалан, темир қурилмани мис билан) қоплаш;
- 3) протектор ҳимоя (масалан, ер остида жойлаштириладиган газ қувурларини, пўлат конструкцияларни катод вазифасини бажарадиган пассив металл электронлари ҳисобига коррозиядан сақлаш);
- 4) пўлатдан ясалган конструкциялар, темир йўл трамвай рельсларини ташқи доимий ток манбаининг катода билан улаш;
- 5) коррозия жараёнини секинлаштириш мақсадида ингибитор ролини бажарадиган органик табиатли моддалар (масалан, кислота таъсиридан сақлаш учун уротропин ва бошқалар), қувурларни осон буғланадиган ингибитор шимдирилган қоплам

билан қоплаш, анорганик моддалардан ишқорий металллар нитритлари, силикатлари ва бошқа воситалар билан қоплаш; А) 1, 2, 5 В) 1, 3, 4 С) 1, 5, 6 D) 2, 3, 3 E) 3, 5, 6

б) ташқи доимий ток манбаининг анодини коррозиядан ҳимояланадиган буюм билан улаш.

Ечиш: Металларни коррозиядан сақлаш мақсадида коррозияга бардош берадиган антикоррозион қотишмалар (масалан, 10 — 12% миқдорда хром тугган пулат — зангламас пулат каби), металлларнинг сиртини ҳимоя қатлами (мойли бўёқлар, юза қатламида мустаҳкам оксид парда ҳосил қиладиган металллар — рух, қалай, никел, хром каби металлларнинг юпқа қатламлари билан қоплаш), коррозиядан ҳимоя қиладиган активроқ металллар иштирокида гальваник жуфтлар тайёрлаш ва бошқа тестда келтирилган 1,5 ва 6 ҳолатларга асосланган тадбирлар қўлланади.

Жавоб: С бўлади.

12.5. Металллардан тайёрланадиган қаттиқ ҳолдаги эритмалар — қотишмаларнинг энг фойдали хилларини кўрсатинг.

1) қаттиқ эритмалар ҳосил қилганда кристалл панжараларнинг тугунларида турли ўлчамли металллардан ҳосил бўлган эритмалар тури;

2) суюқланган ҳолдаги металллар аралаштирилганда бир-биридан чегара билан ажралиб турадиган хиллари;

3) суюқ ҳолга келтирилган металллар бир-бири билан чексиз аралашадиган;

4) қотишманинг таркибий қисмлари орасида кимёвий боғланиш вужудга келадиган интерметаллидлар ҳосил бўдиши;

5) металлмаслар билан металллар ёки металлмаслар орасидаги кимёвий системалар, масалан, кремний-углерод, кремний-азот, магний ва углерод, алюминий ва углерод орасида ҳосил бўладиган карбидлар, нитридлар ва бошқалар;

б) радиуслари бир-бирига яқин бўлган металллар суюқланмаларидан ҳосил бўлган қотишмалар.

А) 1, 4, 5 В) 4, 5 С) 3, 4 D) 4, 6 E) 2, 3

Ечиш: Ўзларининг механик, антикоррозион, электрик ва турли хоссалари юқори тадабларга (суюқланиш темпе-

ратураси юқори, ташқи таъсирларга чидамли) жавоб берадиган қотишмаларда қаттиқ эритма ҳосил қиладиган металл қотишмаларида кимёвий боғланиш, кристалл панжар тугунларида бир-бирини алмаштира оладиган металл атомлари аҳамиятлидир.

Жавоб: D бўлади.

13- Б О Б. БОШ ГРУППАЧАЛАРНИНГ МЕТАЛЛАРИ

13.1- §. Литий группачасининг умумий тавсифи

Литий группачасини литий, натрий, калий, рубидий, цезий ва франций элементлари ташкил этади. Бу элементларнинг айрим хоссалари 13.1- жадвалда келтирилган.

Булар s-элементлардир (13.1- жадвал, 2-п. га қ.). Атомларининг ташқи энергетик поғонасида биттадан электрон бўлади. Улар кимёвий реакцияга киришганида валент электронларини бериб, +1 га тенг доимий оксидланиш даражасини намоён қилади.

13.1- ж а д в а л. Литий группачаси элементларининг хоссалари.

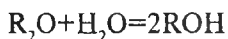
Хоссалари	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
1.Тартиб номери	3	11	19	37	55	87
2.Валент электронлари	1s ¹	3s ¹	4s ¹	5s ¹	6s ¹	7s ¹
3. Атомнинг ионланиш энергияси, эВ	5,39	5,14	4,34	4,18	3,89	3,83
4. Нисбий электрманфийлиги	0,97	1,01	1,91	0,89	0,86	0,86
5.Бирикмаларида оксидланиш даражаси	+1	+1	+1	+1	+1	+1
6.Атом радиуси, нм	0,155	0,189	0,236	0,248	0,268	0,280

Бу элементларнинг оддий моддалари *ишқорий металл* дейилади. Ишқорий металлларнинг ҳаммаси — кучли қа

тарувчилар. Улар энг актив металлар бўлиб, деярли барча металлмаслар билан бевосита бирикади. Бирикмаларида кўпинча ионли боғланиш бўлади.

Тартиб номери ортиши (13.1- жадвал, 2-п. га қ.) ва ионланиш энергияси камайиши (13.1- жадвал, 3-п.) билан элементларнинг металл хоссалари кучайиб боради. Булар металл элементларнинг энг хос вакиллари дир. Даврий системанинг ҳар қайси даври (биринчидан бошқаси) шу элементлар билан бошланади.

Литий группчасининг элементлари кислород билан R_2O оксидлар ҳосил қилади. Бу оксидлар сув билан бирикиб, асос RON ҳосил қилади:



Асосларнинг кучи литийдан цезийга ўтган сари кучайиб боради, чунки шу йўналишда атомнинг радиуси ортиб боради (13.1- жадвал, 6-п.).

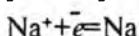
Ишқорий металларнинг водородли бирикмалари RH формулага мувофиқ келади. Булар металларнинг гидридлари — оқ кристалл моддалар. Гидридларда водороднинг оксидланиш даражаси — 1 бўлади.

13.2- §. Натрий ва калий

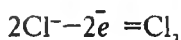
Табиатда учраши. Табиатда ишқорий металлар эркин ҳолда учрамайди. Натрий ва калий турли хил бирикмалар таркибига киради. Улардан энг муҳими натрийнинг хлор билан бирикмаси $NaCl$ бўлиб, у тош туз қатламларини (Донбасс, Соликамск, Соль-Илецк ва б.) ҳосил қилади. Натрий хлорид денгиз сувида ва шўр сув манбаларида бўлади. Одатда тош туз қатламларининг юқсори қаватларида калийли тузлар бўлади. Улар денгиз сувида ҳам бор, лекин натрий тузларига нисбатан анча кам миқдорларда бўлади. Калийли тузларнинг дунёдаги энг катта запаслари Уралда — Соликамск районида жойлашган (сильвинит $NaCl \cdot KCl$ ва карналлит $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ минераллари), Белоруссияда (Солігорск ш.) калийли тузларнинг йирик қатламлари топилган ва улардан фойдаланилмоқда (9.8- § га ҳам қ.).

Натрий ва калий кўп тарқалган элементлар қаторига киради. Ер пўстлоғида натрийнинг миқдори 2,64%, калийники — 2,6%.

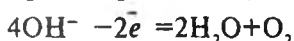
Натрий ва калийнинг олиниши. Натрий суюқдантирилган натрий хлоридни ёки натрий гидроксидни электролиз қилиш йўли билан олинади. NaCl суюқланмаси электролиз қилинганда катодда натрий ажралиб чиқади:



анодда эса — хлор:

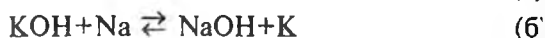


NaOH суюқланмаси электролиз қилинганда катодда натрий (реакциянинг тенгламаси юқорида келтирилган), анодда эса — сув билан кислород ажралиб чиқади:



Натрий гидроксид қиммат бўлганлиги сабабли, натрий олишнинг ҳозирги асосий усули NaCl суюқланмасини электролиз қилиш ҳисобланади.

Калий ҳам суюқдантирилган KCl ва KOH ни электролиз қилиб олиниши мумкин. Лекин калий олишнинг бу усули техникавий қийинчиликлар (ток бўйича унуми камлиги, хавфсизлик техникасини таъминлаш қийинлиги туфайли кенг тарқалмаган. Ҳозирги вақтда саноатда калий олиш қуйидаги реакцияларга асосланган:



(а) усулда суюқдантирилган калий хлорид орқали 800°C да натрий буглари ўтказилади, ажралиб чиқадиган калий буглари эса конденсацияланади. (б) усулда суюқдантирилган калий гидроксид билан суюқ натрий орасидаги реакция қарши оқим билан 440°C да, никелдан ясалган реакцион колоннада ўтказилади*.

Калий билан натрийнинг қотишмаси ҳам худди шу усуллар билан олинади, у атом реакторларида иссиқлик ташувчи суюқ металл сифатида ишлатилади. Калийнинг натрий билан қотишмасидан титан ишлаб чиқаришда қайтарувчи сифатида ҳам фойдаланилади.

Физикавий хоссалари. Ишқорий металлларнинг атомлари:

* Бу ерда реакцияларнинг мувозанати маҳсулотлар ҳосил бўлиш томонига силжиган бўлади.

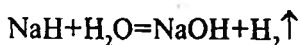
да 4 ва ундан кўп эркин орбиталларга битта ташқи электрон тўғри келганлиги ва атомнинг ионланиш энергияси камлиги сабабли металлларнинг атомлари орасида металл боғланиш (3.5- §) вужудга келади. Металл боғланишли моддалар учун металл ялтироқлиги, пластиклик, юмшоқлик, электр ўтказувчанлик ва иссиқлик ўтказувчанлигининг яхшилиги хос хусусият ҳисобланади. Натрий ва калийнинг ҳам ана шундай хоссалари бор.

Натрий ва калий — кумушсимон-оқ металллар, натрийнинг зичлиги $0,97 \text{ г/см}^3$, калийники — $0,86 \text{ г/см}^3$, жуда юмшоқ, пичоқ билан осон кесилади.

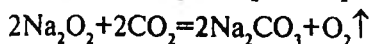
Табиий натрий битта $^{23}_{11}\text{Na}$ изотопдан, калий эса — иккита барқарор изотоп $^{39}_{19}\text{K}$ (93,08%) ва $^{41}_{19}\text{K}$ (6,91%) ҳамда битта радиоактив $^{40}_{19}\text{K}$ (0,01%) изотопдан таркиб топган. Илмий текширишларда сунъий йўд билан олинадиган радиоактив изотоплар: $^{22}_{11}\text{Na}$, $^{24}_{11}\text{Na}$ ва $^{42}_{19}\text{K}$ ишлатилади.

Кимёвий хоссалари. Натрий ва калий атомлари кимёвий реакцияларда валент электронларини осон бериб, мусбат зарядланган ионларга Na^+ ва K^+ га айланади. Бу металлларнинг иккаласи — кучли қайтарувчилар.

Ҳавода натрий билан калий тез оксидланади, шу сабабли улар керосин остида сақланади. Улар кўпчилик металлмаслар — галогенлар, олтингугурт, фосфор ва бошқалар билан осон реакцияга киришади. Сув билан шиддатли реакцияга киришади. Қиздирилганда водород билан гидридлар NaN , KN ҳосил қилади. Металлларнинг гидридлари сув таъсирида осон парчаланиб, тегишли ишқор билан водородни ҳосил қилади:



Натрий мўл кислородда ёндирилганда натрий пероксид Na_2O_2 ҳосил бўлади, у ҳаводаги нам карбонат ангидрид билан реакцияга киришиб, кислород ажратиб чиқаради:



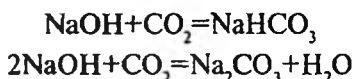
Натрий пероксиднинг сув ости кемаларида кислород олиш учун ва ёпиқ биноларда ҳавони регенерация қилиш учун ишлатилиши ана шу реакцияга асосланган.

13.3- §. Ўювчи ишқорлар

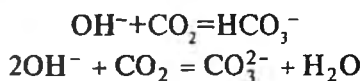
Сувда яхши эрийдиган гидроксидлар ўювчи ишқорлар дейилади. Улардан энг муҳимлари NaOH ва KOH .

Натрий гидроксид ва калий гидроксид — оқ, хир каттиқ, кристалл моддалар. Сувда яхши эрийди, бунда кўмикдорда иссиқлик чиқади. Сувдаги эритмаларда деярди тўлиқ диссоциланади ва кучли ишқорлар ҳисобланади. Асоларнинг барча хоссаларини намоён қилади.

Қаттиқ натрий ва калий гидроксидлар ҳамда уларнинг сувдаги эритмалари углерод (IV)- оксидни ютади:



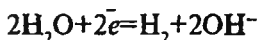
ёки ионли кўринишда:



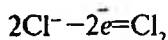
Қаттиқ ҳолатда ҳавода NaOH ва KOH намни ютади, ытуфайли газлардан қуригувчилар сифатида фойдаланилади.

Саноатда натрий гидроксид ва калий гидроксид тегилича NaCl ва KCl нинг концентрланган эритмаларини электролиз қилиш йўли билан олинади. Бунда бир вақтнинг ўзида хлор билан водород ҳам олинади. Катод сифатида темир, анод сифатида — графит ишлатилади.

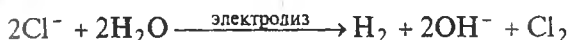
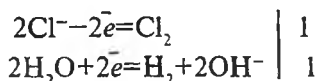
Электролиз схемасини (KCl мисолида) шундай тасвирлаш мумкин. KCl K^+ ва Cl^- ионларига тўлиқ диссоциланади. Электр токи ўтганида катодга K^+ ионлар, анодга хлорид-ион Cl^- лар келади. Стандарт электрод потенциалар қаторида калий алюминийдан олдинда жойлашган унинг ионлари сув молекулаларига қараганда анча қийин қайтарилади (электронларни бириктириб олади) (7.7- § 7. қ.). Водород ионлари H^+ эса эритмада жуда кам. Шу сабабди катодда фақат сув молекулалари зарядсизланади молекуляр водород ажралиб чиқади.



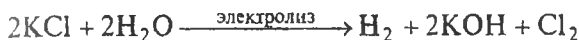
Хлорид-ионлар концентрланган эритмада сув молекулаларига қараганда электронларини осон беради, шу сабабди анодда хлорид-ионлар зарядсизланади:



Эритма электролизининг ионли кўринишидаги умумий тенгламаси:



ёки



NaCl эритмасининг электролизи ҳам худди шунга ўхшаш боради (7.7-§ га қ.). Таркибида NaOH ва NaCl бор эритма буғланилади, натижада натрий хлорид чўкмага тушади (унинг эрувчанлиги анча кам ва температура таъсирида кам ўзгаради), чўкма ажратиб олинади ва кейин электролиз учун фойдаланилади.

Натрий гидроксид жуда кўп миқдорларда олинади. У асосий кимё саноатининг муҳим маҳсулотларидан биридир. Бу модда нефть маҳсулотларини — бензин ва керосинни тозалаш учун, совун, сунъий ипак, қоғоз ишлаб чиқариш учун, тўқимачилик, кўнчилик ва кимё саноатларида, шунингдек турмушда (каустик, каустик сода) ишлатилади.

Анча қимматроқ маҳсулот — калий гидроксид NaOH га қараганда камроқ ишлатилади.

13.4- §. Натрий ва калий тузлари

Натрий барча кислоталар билан тузлар ҳосил қилади. Унинг деярли барча тузлари сувда эрийди. Улардан энг муҳимлари — натрий хлорид (ош тузи), сода ва натрий сульфат.

Н а т р и й х л о р и д NaCl — овқатга солинадиган зарур модда, озиқ-овқат маҳсулотларини консервალашда, шунингдек натрий гидроксид, хлор, хлорид кислота, сода ва бошқалар олиш учун хомашё сифатида фойдаланилади.

Соданинг ишлатилиши ҳақида 11.4- § га қ.

Н а т р и й с у л ь ф а т Na_2SO_4 сода ва шиша ишлаб чиқаришда ишлатилади. Сувдаги эритмалардан глаубер тузи дейиладиган ўн молекула сувли гидрат $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ҳолида кристалланади. Глаубер тузи тиббиётда ични юмшатувчи сифатида ишлатилади.

Натрий тузлари (натрий ионлари) горелка алангасини сариқ ранга киритади. Бу бирикмалардаги натрийни аниқлашнинг энг сезилувчан усулидир.

Калийли тузлардан асосан калийли ўғитлар сифати (10.12-§ га қ.) фойдаланилади. Калий тузлари (калий ионлари) горелка алангасини гунафша рангга киритади. Лекин ҳатто жуда оз миқдорда натрий бирикмалари аралашган бўлса, сариқ ранг гунафша рангни кўрсатмай қўяди. Бу ҳолда уни сариқ нурларни ютувчи кўк шиша орқали кўриш мумкин.

13.5- §. Бериллий группачасининг умумий тавсифи

Бу группачани бериллий, магний ва ишқорий-ер элементлари (кальций, стронций, барий, радий) ташкил этади. Бу элементларнинг баъзи хоссалари 13.2- жадвалда келтирилган.

Булар s- элементлар (13.2- жадвал, 2- п.). Оддий металллар ҳолида металллар ҳисобланади (13.2- жадвал, 3-п.). Бериллий группачасидаги элементларнинг атомлари ташкил тоғонасида иккитадан электрон бўлади. Улар бу электронларини бериб, бирикмаларида +2 оксидланиш даражасини намоён қилади. Группачадаги барча металллар — кучли қайтарувчилар, лекин улар ишқорий металлларга нисбатан кучсизроқдир.

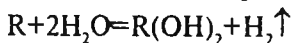
13.2- ж а д в а л. Бериллий группачасидаги элементларнинг хоссалари

Хоссалари	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
1.Тартиб номери	4	12	20	38	56	88
2. Валент электронлари	$2s^2$	$3s^2$	$4s^2$	$5s^2$	$6s^2$	$7s^2$
3. Атомнинг ионланиш энергияси, эВ	27,57	26,68	17,98	16,72	15,21	15,43
4. Нисбий электрманфийлиги	1,47	1,23	1,04	0,99	0,97	0,97
5.Бирикмаларида оксидланиш даражаси	+2	+2	+2	+2	+2	+2
6.Атом радиуси, нм	0,113	0,160	0,197	0,215	0,221	0,221

Элементнинг тартиб номери ортиши билан электронлар бериши осонлашади (13.2- жадвалнинг 3 ва 6- п. га қ). шу сабабли элементларнинг металл хоссалари кучайиб боради. Улар ишқорий ер металлларда айниқса яққол намоён бўлади.

Бериллий группасидаги металллар кимёвий жиҳатдан анча актив. Ҳавода оксидланади, бунда RO туридаги асосли оксидлар олинади, уларга $R(OH)_2$ туридаги асослар мувофиқ келади. Асосларнинг эрувчанлиги ва асос хусусияти Ве дан Ра га томон ортиб боради. $Be(OH)_2$ — амфотер бирикма.

Хоссалари жиҳатидан бериллий билан магний бошқа металллардан бирмунча фарқ қилади. Масалан, Ве сув билан реакцияга киришмайди, Mg фақат қиздирилганда, қолган металллар эса — одатдаги шароитда реакцияга киришади.



Бериллий, магний ва ишқорий-ер металллар водород билан умумий формуласи RH_2 бўлган гидридлар ҳосил қилади.

Бериллий группасидаги металллардан энг катта аҳамиятга эга бўлгани — кальций.

13.6- §. Кальций

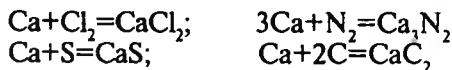
Табиатда учраши. Кальций кўп тарқалган элементлар қаторига киради. Унинг ер пўстлоғидаги умумий миқдори 3,6% ни ташкил этади. Табиатда кальцийнинг қуйидаги бирикмалари энг кўп тарқалган: кальцит минерали $CaCO_3$ (оҳақтош, мрамор ва бўр қатламлари ана шу минералдан ҳосил бўлган), гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, ангидрит $CaSO_4$. Кальций фосфат $Ca_3(PO_4)_2$ ҳолида апатитлар, фосфоритлар ва ҳайвон суяклари таркибига киради. У табиий сувларда ва тупроқда ҳам бўлади.

Олиниши. Саноатда кальций суюқлантирилган тузлар: 6 қисм кальций хлорид $CaCl_2$ ва 1 қисм кальций фторид CaF_2 аралашмасини электролиз қилиш йўли билан олинади. Кальций фторид кальций хлориднинг суюқланиш температурасини пасайтириш учун қўшилди, электролиз ана шу температурада олиб борилади.

Физик хоссалари. Кальций — кумушсимон-оқ ва қаттиқ металл, енгил (зичлиги 1.55 г/см^3). Суюқланиш ва қайнаш температуралари ишқорий металлларникидан юқори. Табиий кальций масса сонлари 40 (асосий изотоп) 42, 43,

44, 46 ва 48 бўлган олтига изотопи аралашмасидан таркиб топган. Илмий тадқиқотларда сунъий изотоп $^{45}_{20}\text{Ca}$ ишлатилади.

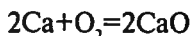
Кимёвий хоссалари. Кальцийнинг ташқи энергетик қобилиятида 2 та электрон бўлганлиги сабабли барча бирикмаларида унинг оксидланиш даражаси +2 га тенг. Ҳавода кальций оксидланади, шу сабабли берк идишларда, олатлар кераминда сақланади. Одатдаги шароитда кальций галогенлар билан бирикади, олтингутурт, азот ва кўмир билан эрозия қилинганда реакцияга киришади:



Са актив металл сифатида сувдан водородни сиқиб чиқаради:



Ҳавода қиздирилганда ёниб, кальций оксид ҳосил қилади:



Кальций углерод билан кальций карбид CaC_2 ҳосил қилади.

13.7- §. Кальций оксид ва гидроксид

Кальций оксид (техникадаги номлари: *сўндирилмага оҳак, куйдирилган оҳак момиғи*) — оқ рангли кукун. Са ноатда оҳактош, бўр ёки бошқа карбонатли жинслар куйдирилганда ҳосил бўлади:



Бу реакция эндотермик: иссиқлик ютилиши билан боради. 0,1 МПа босим ва 900°C температурада термодиссоциланиб, кальций оксид билан углерод (IV)- оксид ажралади. Реакция қайтар (гетероген мувозанат) ва температура пасайганда ёки углерод (IV)- оксиднинг парциал босими ошганида тескари йўналишда кетиши мумкин. Бунинг олдини олиш учун оҳактошни куйдириш 1000–1200°C температурада олиб борилади ва углерод (IV)- оксид реакция доирасидан чиқариб турилади.

Кальций оксид сув билан шиддатли реакцияга киришиб, кальций гидроксид ҳосил қилади:



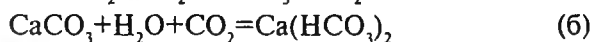
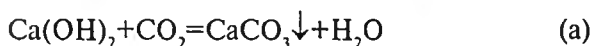
Бу реакцияда кўп миқдорда иссиқлик чиқади. Кальций гидроксиднинг техникадаги номи — сўндирилган оҳак. Агар сўндирилган оҳак кукун ҳолида тайёрланган бўлса, у оҳак кукун дейилади.

Сўндирилган оҳак, қум ва сув аралашмаси *бинокорлик қоришмаси* ёки *оҳакли қоришма* дейилади. У сувоқ сифатида, шунингдек, деворга гишт теришда гиштларни бир-бирига тишлатиш учун ишлатилади; деворга гишт теришда одатда цементли қоришмадан фойдаланилади.

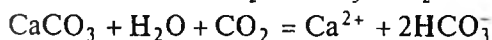
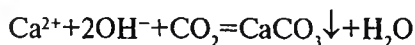
Оҳакли қоришманинг қотишида бир вақтнинг ўзида икки хил жараён содир бўлади: 1) ўта тўйинган эритмадан кальций гидроксид кристалларининг чўкиши, бу кристаллар қум заррачаларини бир-бирига пухта боғлайди; 2) ушбу реакция натижасида кальций карбонат ҳосил бўлади:



Сўндирилган оҳак — оқ рангли қаттиқ модда, сувда эрийди, лекин унинг эрувчанлиги катта эмас (20°C да 1 л сувда 1,5 г.) Сўндирилган оҳакнинг сувдаги эритмаси *оҳакли сув* дейилади. У ишқорий хоссага эга бўлади. Оҳакли сув орқали углерод (IV)- оксид ўтказилганда эритма лойқаланади (а), яна ўтказилганда эса лойқа йўқолади (б):



ёки ионли кўринишда:

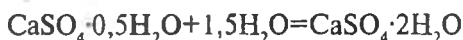


13.8- §. Кальций тузлари

Кальций карбонат табиатда тоғ жинси — оҳактош ҳолида кенг тарқалган. Кўпчилик тоғ тизмалари оҳактош билан бўрдан таркиб топган. Мармар ҳам кўп учрайди, қадимги геологик даврларда катта босим ва юқори ҳарорат таъсирида оҳактош билан бўрдан ҳосил бўлган. Оҳактош, бўр ва мармар таркибида асосан кальций карбонат CaCO_3 бўлади.

Оҳактош энг кўп учрайдиган фойдали қазилма қаторига киради. Бинокорлик тоши сифатида, шунингдек оҳак, углерод (IV)- оксид ва цемент ишлаб чиқариш учу ишлатилади.

Гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ кўп тарқалган. Гипсни $150 - 180^\circ\text{C}$ да куйдириш орқали оқ кукун — куйдирилган гипс бошқача айтганда алебастр $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ олинади. Агар алебастр сувга қорилса, у тез орада қотиб, яна қайтади гипсга айланади:



Гипс ана шу хоссаси туфайли бинокорликда тўсиқ плит ва панеллар тайёрлаш, турли хил буюмлардан куйма шама ва нухалар олишда, тиббиётда гипсли боғлам, сувоқчилик оҳак-гипсли қоришмалар тайёрлашда ишлатилади. Бу бинокорлик материалининг камчилиги сувда оз бўлса-да, эришидир.

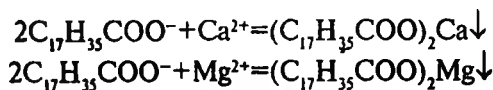
Кальций ва магнийнинг эрувчан тузлари сувнинг қаттиқлигига сабаб бўлади.

13.9- §. Сувнинг қаттиқлиги ва уни йўқотиш усуллари

Табиатда тоза сув учрамайди: унинг таркибида доимо бирор моддалар аралашган бўлади. Жумладан, сув ер қобиғидаги тузлар билан ўзаро таъсирлашиб, муайян қаттиқликка эга бўлиб қолади.

Сувнинг қаттиқлиги — сувда кальций катионлари Ca^{2+} ва магний катионлари Mg^{2+} борлигидан келиб чиқадиган хоссалари тўпламидир.

Агар сувда бу катионларнинг концентрацияси юқори бўлса, у ҳолда сув қаттиқ, агар кам бўлса — юмшоқ дейилади. Худди ана шу катионлар табиий сувларга ўзига хос хусусиятлар бахш этади. Кир ювълганда қаттиқ сув газламаларнинг сифатини ёмонлаштиради ва кўп совун ишлатишга тўғри келади, совун Ca^{2+} ва Mg^{2+} катионларини боғлашга сарфланади.



ва кўпик шу катионлар тўлиқ чўккандан кейингина ҳосил

бўлади. Баъзи синтетик ювиш воситалари қаттиқ сувда яхши ювади, чунки уларда кальций ва магний тузлари осон эрийди. Қаттиқ сувда овқат маҳсулотларининг пишиши кийин бўлади, унда қайнатилган сабзавотларнинг эса таъми бўлмайди. Чой яхши чиқмайди ва таъми йўқолади. Шу билан бирга бу катионлар санитария-гигиена жиҳатдан хавфли эмас; магний катионлари Mg^{2+} нинг миқдори кўп бўлганда (денгиз ёки океандаги сингари) сув тахирроқ бўлади ва одам ичагида сурги сифатида таъсир этади.

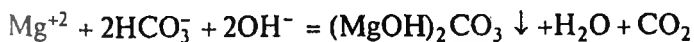
Қаттиқ сув буғ қозонларида фойдаланиш учун яроқсиздир: қайнатилганда унда эриган тузлар қозонларнинг деворларида қуйка қатламини ҳосил қилади ва бу қатлам иссиқликни яхши ўтказмайди. Бу ёқилғининг кўп сарфланишига, қозонларнинг муддатидан илгари ишдан чиқишига, баъзан эса қозонларнинг ўта қизиб кетиши натижасида аварияга сабаб бўлади. Сувнинг қаттиқлиги металл конструкциялар, трубопроводлар, совитиладиган машиналарнинг гилофлари учун зарарлидир.

Кальций катионлари Ca^{2+} *кальцийли қаттиқликни*, магний катионлари Mg^{2+} эса — сувнинг *магнийли қаттиқлигини* келтириб чиқаради. Умумий *қаттиқлик* кальций ва магнийли қаттиқликлардан, яъни сувдаги Ca^{+} ва Mg^{2+} катионларининг концентрациялари йигиндисидан ҳосил бўлади.

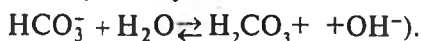
Сувни юмшатиш жараёнларига нисбатан олганда карбонатли ва карбонатсиз қаттиқлик бўлади. Ca^{2+} ва Mg^{2+} катионларининг сувдаги гидрокарбонат ионлари HCO_3^- га эквивалент бўлган қисми келтириб чиқарган қаттиқлик *карбонатли қаттиқлик* дейилади. Бошқача айтганда, карбонатли қаттиқлик кальций ва магний гидрокарбонатларнинг борлигидан бўлади. Сув қайнатилганда гидрокарбонатлар парчаланadi, ҳосил бўлган кам эрийдиган карбонатлар эса чуқмага тушади ва сувнинг умумий қаттиқлиги карбонатли қаттиқлик қиймати қадар камаяди. Шунинг учун карбонатли қаттиқлик *муваққат қаттиқлик* ҳам дейилади. Қайнатилганда кальций катионлари Ca^{+} карбонат ҳолида чуқмага тушади:



магний катионлари Mg^{2+} эса — гидроксикарбонат ёки магний гидроксид ($pH > 10,3$ бўлганда) ҳолида чуқмага тушади:



(гидроксид-ионлар OH^- сув билан HCO_3^- ионларнинг ўзаро таъсири ҳисобига ҳосил бўлади:



Қаттиқликнинг сув қайнатилгандан кейин ҳам қолади. Ҳан ґисми *карбонатсиз* қаттиқлик дейилади. У сувда кучли кислоталарнинг, асосан сульфатлар ва хлоридларнинг кальцийли ва магнийли тузларининг миқдори билан аниқланади. Сув қайнатилганда бу тузлар йўқолмайди, шу сабабли карбонатсиз қаттиқлик доимий қаттиқлик ҳам дейилади.

Сувнинг қаттиқлигининг миқдорий характеристикасини кўриб чиқамиз. Сувнинг қаттиқлик даражаси турлича ифодаланади. Бизда у 1 л сувдаги Ca^{2+} ва Mg^{2+} катионларининг миллиэквивалентлар (мэкв) сони билан ифодаланади. 2 мэкв қаттиқлик Ca^{2+} катионларининг 20,04 мг/л ёки Mg^{2+} катионларининг 12,16 мг/л миқдорига тўғри келганлиги учун таърифга биноан сувнинг умумий қаттиқлиги K ни (мэкв/л ҳисобида) ушбу формуладан ҳисоблаб топиш мумкин:

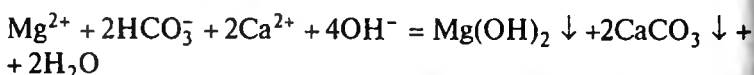
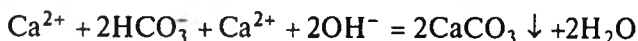
$$K = \frac{[\text{Ca}^{2+}]}{20,04} + \frac{[\text{Mg}^{2+}]}{12,16}$$

бунда $[\text{Ca}^{2+}]$ ва $[\text{Mg}^{2+}]$ — Ca^{2+} ва Mg^{2+} ионларнинг концентрацияси, мг/л.

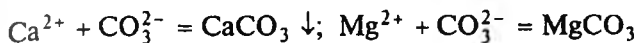
Қаттиқлик қийматига қараб табиий сув жуда юмшоқ — қаттиқлиги 1,5 гача, юмшоқ — 1,5 дан 4 гача, ўртача қаттиқликдаги — 4 дан 8 гача, қаттиқ — 8 дан 12 гача ва жуда қаттиқ — 12 мэкв/л дан катта бўлади.

Уй-ҳўжаликлардаги водопровод сувининг қаттиқлиги 7 мэкв/л дан катта бўлмаслиги керак.

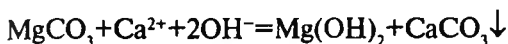
Кўпинча қаттиқ сув ишлатишдан олдин юмшатилади. Одатда бунинг учун сувга турли хил кимёвий моддалар билан ишлов берилади. Масалан, карбонатли қаттиқликни сўнгдирилган оҳақ кўшиш йўли билан йўқотиш мумкин:



Оҳақ билан сода бир вақтнинг ўзида кўшилганда карбонатли ва карбонатсиз қаттиқликдан халос бўлиш мумкин (оҳақ-содали усул). Бунда карбонатли қаттиқликни оҳақ (юқорироққа қ.), карбонатсизни — сода йўқотади:



за сўнгра



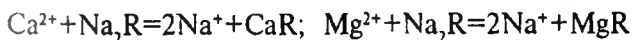
Сувнинг қаттиқлигини йўқотишнинг бошқа усуллари ҳам қўлланилади, улардан ҳозирги вақтда энг кўп фойдаланиладигани катионитлар ишлатишга асосланган (катионитли сул). Таркибида ташқи муҳит ионларига алмашина оладиган ҳаракатчан ионлар бор қаттиқ моддалар *ионитлар* дейилади. Синтетик полимерлар асосида олинадиган ион алмашинувчи смолалар айниқса кўп тарқалган.

Ионитлар (ион алмашинувчи смолалар) икки гуруҳга бўлинади. Улардан бири ўз катионларини муҳит катионларига алмаштиради ва *катионитлар* дейилади, бошқалари ўзининг анионларини алмаштиради ва *анионитлар* дейилади. Ионитлар туз, кислота ва ишқорларнинг эритмаларида эрмайди.

Катионитлар диаметри 0,5 дан 2 мм гача бўлган қора ёки тўқ қўнғир донлар кўринишида бўлади (КУ—1, КУ—2, СБС ва б.), анионитлар — оқ, пушти ёки жигар ранг гусли донатор моддалар (АВ—16, АВ—17, АН—2Ф ва б.).

Сувнинг қаттиқлигини йўқотиш учун катионитлар — синтетик ион алмашинувчи смолалар ва алюмосиликатлар, масалан $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot n\text{H}_2\text{O}]$ ишлатилади. Уларнинг таркибини шартли равишда Na_2R формула билан ифодалаш мумкин, бунда Na^+ — анча ҳаракатчан катион ва R^{2-} — манфий зарядли катионит заррачаси. Келтирилган мисолимизда $\text{R}^{2-} = [\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot n\text{H}_2\text{O}]^{2-}$.

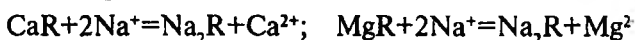
Агар сув катионит қатлами орқали ўтказилса, у ҳолда натрий ионлари кальций ва магний ионларига алмашинади. Бу жараёнларни схема тарзида ушбу тенгламалар билан ифодалаш мумкин:



Шундай қилиб, кальций ва магний ионлари эритмадан катионитга, натрий ионлари эса — катионитдан эритмага ўтади; бунда қаттиқлик йўқолади.

Натрий ионларининг кўпчилик қисмидан фойдаланилгандан кейин катионитлар одатда регенерацияланади — натрий хлорид эритмасида ушлаб турилади, унинг иштирокида тескари жараён содир бўлади: натрий ионлари

катионитдаги кальций ва магний ионларига алмашинади бу ионлар эритмага ўтади:



Регенерацияланган катионитдан қаттиқ сувни юмшатиш яна фойдаланиш мумкин.

13.10- §. Бор группачасининг умумий тавсифи

III группанинг бош группачасини (бор группачасини бор, алюминий, галлий, индий ва таллий элементлар ташкил этади. Бу элементларнинг айрим хоссалари 13.3 жадвалда келтирилган.

Группачадаги барча элементлар *p*- элементларга киради (13.3- жадвалнинг 2-п. га қ.). Улар атомларининг ташқи энергетик поғонасида учтадан электрон бор (s^2p^1), кўпчилик хоссаларининг ўхшашлигига сабаб ана шудир. Бу элементлар кимёвий бирикмаларида +3 га тенг (бор –3 ҳақ оксидланиш даражасини намоён қилади, таллий учун + оксидланиш даражаси энг барқароридир.

13.3- ж а д в а л. Бор группачасидаги элементларнинг хоссалари

Хоссалари	B	Al	Ca	In	Tl
1.Тартиб номери	5	13	31	49	81
2.Валент электрон- лари	$2s^22p^1$	$3s^23p^1$	$4s^24p^1$	$5s^25p^1$	$6s^26p^1$
3. Атомнинг ионла- ниш энергияси, эВ	71,35	53,20	57,20	52,69	56,31
4. Нисбий электр- манфийлиги	2,0	1,5	1,0	1,7	1,6
5.Бирикмаларида ок- сидланиш даражаси	+3, -3	+3	+3	+3	+1, +3
6.Атом радиуси, нм	0,091	0,143	0,139	0,116	0,171

Бор группачасидаги элементларда металл хоссалар бериллий группачасининг элементларига қараганда анча кучлироқ ифодаланган. Масалан, даврда бериллий билан углеводород орасида жойлашган бор элементи металлмас элементлар қаторига киради. Унинг атомининг ионланиш энергияси энг катта (13.3- жадвалнинг 3- п. га қ.). Группача ичи

идро заряди катталашиши билан атомларнинг ионланиш энергияси камаяди ва элементларнинг металл хоссалари учаяди. Алюминий — металл, лекин уни ҳақиқий металл деб бўлмайди. Унинг гидроксиди амфотер хоссаларга эга. Таллийда металл хоссалар анча кучли ифодаланган, +1 оксидланиш даражасида эса у литий группчасидаги металл элементларга яқин бўлади.

Бор группчасидаги элементларнинг ҳаммаси R_2O_3 түшидаги оксидларни ҳосил қилади. Уларга $R(OH)_3$ таркибли гидроксидлар мувофиқ келади. Уларнинг бордан бошқа ҳаммаси сувдаги эритмаларда гидратланган ионлар R^{3+} ҳолида бўлиши мумкин. Бор — кислота ҳосил қилувчи элемент.

III группанинг бош группчасидаги металллардан энг катта ҳамиятга эга бўлгани алюминий.

13.11-§. Алюминий

Алюминийнинг табиий бирикмалари. Алюминий энг кўп арқалган элементлар қаторига киради. Металлар орасида табиатда тарқалганлиги жиҳатидан биринчи ўринда туради. Алюминийнинг ер пўстлоғидаги умумий миқдори 8,8% ни ташкил этади. Алюминийнинг энг муҳим табиий бирикмалари — алюмосиликатлар, боксит, корунд ва криолит.

А л ю м о с и л и к а т л а р ер пўстлоғининг асосий массасини ташкил этади. Уларни алюминий, кремний, ишқорий металллар ва ишқорий-ер металлларнинг оксидларидан ҳосил бўлган тузлар сифатида қараш мумкин. Кўпчилик алюмосиликатлар нураб емирилганида гил ҳосил бўлади (11.8- §). Гилнинг асосий таркиби $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ формулага мувофиқ келади. $(Na, K)_2 [Al_2Si_2O_8]$ таркибли алюмосиликат — нефелин минерали — муҳим алюминийли эудалар қаторига киради. Нефелиннинг йирик қатламлари Кола ярим оролида ва Красноярск ўлкасида бор.

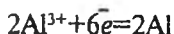
Б о к с и т л а р — асосан гидратланган алюминий оксид билан темир оксидларидан таркиб топган тоғ жинси, бу оксидлар унга қизил ранг беради. Таркибида 30 дан 60% гача Al_2O_3 бўлади. Бокситлардан алюминий олинади. Бокситнинг конлари Бошқирдистонда, Қозоғистонда, Сибирда ва бошқа жойларда бор.

К о р у н д — Al_2O_3 таркибли минерал, жуда қаттиқ, абразив материал сифатида ишлатилади.

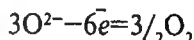
К р и о л и т — $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$ ёки Na_3AlF_6 таркибда минерал. Ҳозирги вақтда сунъий йўл билан тайёрланади, алюминий металлургиясида ишлатилади.

Алюминийнинг олиниши. Саноатда алюминий оксидининг суюқлантирилган криолит Na_3AlF_6 даги эритмасига кальций фторид CaF_2 қўшиб электролиз қилиш орқали олинади. Бундан тоза хомашё ишлатилади, чунки қўшимчалар электролиз вақтида қайтарилади ва алюминийни ифлослантиради.

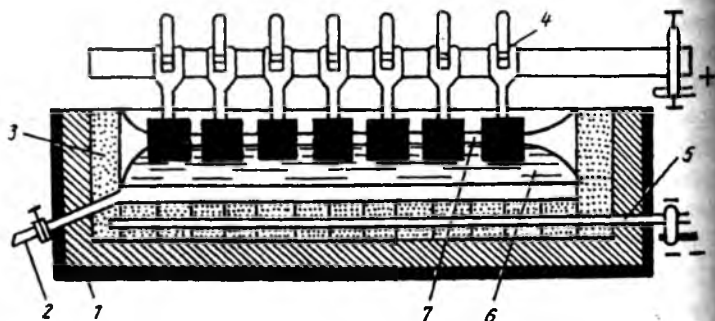
Сув, темир оксидлари, шунингдек, кремний (IV)- оксиди аралашмаган тоза алюминий бокситдан ва кейинги йилларда нефелиндан олинмоқда. У суюқлантирилган криолитда яхши эрийди. Кальций фторид қўшиш температуранинг 1000°C дан пастда тутиб туришга ёрдам беради, электролитнинг электр ўтказувчанлигини яхшилайдиган, унинг зичлигини камайтиради, бу эса алюминийнинг ванна тубида ажралиб чиқишига имкон беради. Бундай суюқланма электролиз қилинганда алюминий катодда ажралиб чиқади:



Кўмир анодда Al_2O_3 таркибига кирадиган оксид-ионлар O^{2-} зарядсизланади:



Электролизёр тўғри тўртбурчак шаклидаги пўлат ваннадан иборат (13.1- расм), унинг ички томонига ўтга чидамли



13.1- расм. Электролиз усулида алюминий олиш схемаси:

1 — пўлат ванна; 2 — суюқланган алюминий оқиб тушадиган нов; 3 — ўтга чидамли ғиштдан термик изоляция; 4 — кўмир ғўлачалардан иборат анод; 5 — кўмир ғўлачалар ва суюқланган алюминийдан иборат катод; 6 — суюқланган криолитдаги алюминий оксид; 7 — қобик.

гишт ва кўмир масса блоклари терилган бўлади. Ванна тубида блоклар устига пўлат стерженьлар қўйилган, уларнинг учлари ташқарига чиқарилган. Бу блоклар суюқланган алюминий билан бирга катод бўлиб хизмат қилади. Анод 12 — 14 та кўмир ғўлачалардан иборат ва юқоридан ваннага ботирилган. Ажралиб чиқадиган кислород кўмир анодни CO ва CO_2 га қадар оксидлайди. Бунда анод материали сарфланади, шу сабабли оксидланиш давом этган сари анод аста-секин пастга тушади.

Юқоридан ҳамда ваннанинг ён деворлари томонидан электролит атрофдаги ҳаво таъсирида совийди ва яхлит қобиқ ҳолида қотади. Унда аноднинг оксидланиши натижасида ҳосил бўлган газларнинг чиқиши учун анод яқинида тешик тешилади. Ваннага моддалар солишда аввал криолит билан кальций фторид солинади. Улар суюқлангандан кейин (электр токи ўтказиш йўли билан) тоза алюминий оксид ёки тозаланган боксит қўшилади.

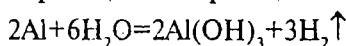
Алюминий ишлаб чиқариш электр энергияси ва материалларни кўплаб сарфлашни талаб этади: 1 т алюминий олиш учун 20 минг кВт-с га яқин электр энергияси, 2 т атрофида алюминий оксид, 40 — 60 кг криолит, 20 — 30 кг бошқа фторидлар аралашмаси ва 20 — 30 кг анод кўмири сарфланади. Шунинг учун алюминий ишлаб чиқарадиган заводлар арзон электр энергияси берадиган катта гидроэлектр станциялар (Волхов, Братск, Красноярск ва б.) ёнида жойлашади.

Физик хоссалари. Алюминий — кумушсимон-оқ металл, енгил, лекин механик жиҳатдан мустаҳкам. Унинг зичлиги $2,7 \text{ г/см}^3$ га тенг, суюқл. т. 660°C . Электр ўтказувчанлиги ва иссиқлик ўтказувчанлиги яхши, лекин бу жиҳатдан мисдан кейин туради. Унга ишлов бериш: зарқоғоз ҳолида ёйиш, ингичка сим қилиб тортиш, қуйиш осон. Осонлик билан қотишмалар ҳосил қилади. Алюминий 600°C да мўрт бўлиб қолади ва уни донлар ҳолида ёки кукун қилиб туйиш мумкин. Табиий алюминий битта изотоп $^{27}_{13}\text{Al}$ (100%) дан таркиб топган.

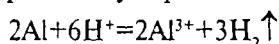
Кимёвий хоссалари. Алюминий атомининг ташқи энергетик поғонасида учта электрон бор, у кимёвий реакцияларда шу электронларини беради. Ўзининг ҳамма барқарор бирикмаларида алюминийнинг оксидланиш даражаси +3 бўлади. У кучли қайтарувчи ҳисобланади.

Алюминий олатдаги температурадаёқ кислород осон бирикади. Бунда унинг сирти оксид парда Al_2O_3 қопланади, бу парда металлни кейинги оксидланиш сақлайди. Оксид парданинг қалинлиги 0,00001 мм бу. У пухта, қаттиқ ва эластик, чўзилганда, сиқилганда, таралганда ҳам узилмайди, электр токини ўтказида, 20 да суюқланади, алюминий эса 660°C да суюқланади. О парда гуфайли алюминий сирти хира бўлади. Шу парда борлиги учун алюминий намлик ва ҳаво таъсирида емишмайди (коррозияланмайди).

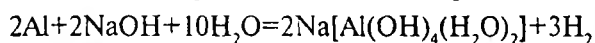
Агар оксид парда бузилса (масалан, алюминий сирти жилвир кукун билан ишқалаб ёки уни озроқ вақт қорнинг қайноқ эритмасига ботириб қўйиб), у ҳолда алюминий сув билан реакцияга киришади:



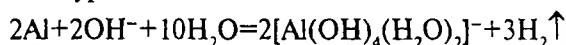
Олатдаги температурада алюминий концентранган жуда суюлтирилган нитрат кислота билан реакцияга киришмайди (ҳимоя оксид пардаси ҳосил бўлиши натижасида шу сабабли HNO_3 алюминий идишда сақланади ва ташилади. Лекин у хлорид ва сульфат кислоталарда эрийди).



Кўпчилик металллардан фарқ қилиб, алюминийга ишқорларнинг эритмалари жуда кучли таъсир этади. Масалан,



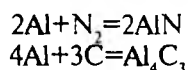
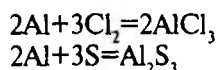
ёки ионли кўринишда:



Шунинг учун алюминий идишда ишқорий эритмаларни сақлаб бўлмайди.

Кимёгар А. И. Горбовнинг таклифига кўра рус-япон урушида алюминийни ишқор билан реакцияга киритиб, аэростатлар учун водород олинган ва бу бошланғич моддаларни ташишнинг осонлиги билан боғлиқ эди.

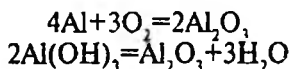
Қиздирилганда алюминий галогенлар билан, юқори температурада эса — олтингугурт, азот ва кўмир билан реакцияга киришади:



13.12- §. Алюминий оксид ва гидроксид

Алюминий оксид (гилтупрок) Al_2O_3 — оқ рангли, анча қийин суюқланувчан, жуда қаттиқ модда. Алюминий олиш учун бошланғич маҳсулот ҳисобланади. Табиатда корунд ва унинг турлари кўринишида учрайди. Агар корунднинг рангсиз кристаллари аралашмалар туфайли кўк рангли бўлса, у ҳолда улар сапфир, гунафша ранглиси — аметист, қизил ранглиси — ёқут дейилади. Ёқутнинг хром (III)- оксид аралашган кристаллари лазерларда актив муҳит сифатида ишлатилади.

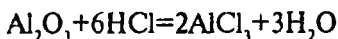
Лабораторияда алюминий оксид алюминийни кислородда ёндириш ёки алюминий гидроксидни қиздириш йўли билан олинади:



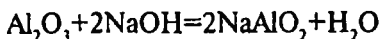
Илгари таъкидлаб ўтилганидек, саноатда алюминий оксид боксит ёки нефелинлардан олинади.

Алюминий оксид сувда эримайди ва у билан реакцияга киришмайди. У амфотер — кислоталар (анча қийинлик билан) ва ишқорлар билан реакцияга киришади:

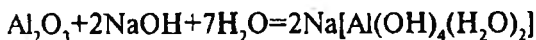
а) хлорид кислота билан



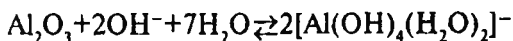
б) суюқлантирганда қаттиқ натрий гидроксид билан



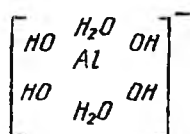
в) натрий гидроксид эритмаси билан



ёки

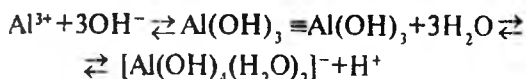


Амфотер гидроксидларнинг ишқорий эритмаларда эриши гидроксотузлар (гидроксокомплекслар) ҳосил бўлиш жараёни сифатида қаралади. Гидроксокомплекслар $[Al(OH)_4(H_2O)_2]^-$, $[Al(OH)_6]^{3-}$, $[Al(OH)_5(H_2O)]^{2-}$ нинг мавжудлиги тажрибада исботланган; улардан биринчиси — энг барқарор. Бу комплексда алюминийнинг координацион сони 6 га тенг, яъни алюминий олти координацияланган ҳисобланади:

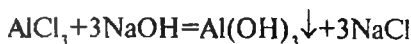


Шу сабабли алюминий гидроксиднинг ишқор эритмаси билан ўзаро таъсирини тенглама (в) билан ифодалаш к

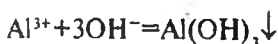
Амфотер алюминий гидроксиднинг сувдаги эритмаси диссоцилланишини ушбу тенглама билан аниқроқ ифодалаш мумкин:



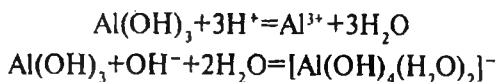
А л ю м и н и й г и д р о к с и д $\text{Al}(\text{OH})_3$ — қаттиқ модда, сувда амалда эримайди. Билвосита йўл билан — алюминий тузларига ишқорларнинг эритмаларини тасир эттириб олинади:



ёки



$\text{Al}(\text{OH})_3$ — ҳақиқий амфотер гидроксид. Кислоталар билан ўзаро таъсирлашганда таркибида алюминий катионлари бошланғич тузлар ҳосил қилади; ишқорларнинг эритмалари (муҳитдордаги) билан ўзаро таъсир эттирилганда алюминатлар, яъни алюминий анион таркибига кирадиган тузлар ҳосил қилади. Масалан:



$\text{Al}(\text{OH})_3$ нинг диссоцилланиш тенгламасидан кўриниб тургани кели, H^+ ионлари мўл бўлганда (яъни кислотали муҳитда) сувдаги эритмада Al^{3+} ионлари кўп бўлади, ишқорий муҳитда эса асосан бир зарядли анион $[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]^-$ ҳосил бўлади, у энг барқарордир.

13.13- §. Алюминий ва унинг қотишмаларининг ишлатилиши

Алюминийнинг физик ва кимёвий хоссалари унинг техникада кенг қўламда ишлатилишига сабаб бўлди.

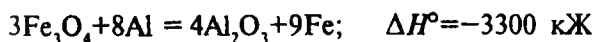
Алюминийнинг йирик истеъмолчиси авиация саноати ҳисобланади: самолётнинг 2/3 қисми алюминий ва унинг қотишмаларидан, моторининг 1/4 қисми эса алюминий қотишмаларидан ясалади. Шунинг учун алюминий қанотли металл дейилади. Алюминийдан кабеллар ва симлар тайёрланади: электр ўтказувчанлиги бир хил бўлгани ҳолда уларнинг массаси мисдан ясалган худди шундай буюмларнинг массасидан 2 марта енгил бўлади.

Алюминийнинг коррозиябардошлигини эътиборга олиб ундан аппаратларнинг деталлари ва нитрат кислота солинадиган идиш тайёрланади. Автобуслар, троллейбуслар, яхлит металл вагонларнинг корпуслари алюминийдан ва унинг қотишмаларидан ясалади. Алюминийдан озиқ-овқат маҳсулотлари учун ўров қоғозлар ва идиш-товоқ тайёрланади. Саёҳатчи учун энг яхши чойнак — алюминий чойнак, чунки унда сув тез қайнайди.

Алюминий кукуни темир буюмларни коррозияланишдан сақлаш учун уларга қопланадиган кумушсимон бўёқ тайёрлашда асос ҳисобланади.

Металлар ишлаб чиқаришда алюминий темирдан кейин иккинчи ўринда туради. Металлургияда алюминий ишлатиладиган энг муҳим тармоқлардан бири — унинг ёрдамида металлларни оксидларидан олишдир. Алюминотермияни рус кимёгари Н. Н. Бекетсв кашф қилган. Алюминотермияда реакция жуда тез кетади, кўп миқдорда иссиқлик чиқади, аралашманинг температураси эса 3500°C га етади. Бундай шароитларда қайтарилган металл суюқ ҳолатда олинади, унинг юзига эса алюминий оксид шлак ҳолида қалқиб чиқади.

Алюминий кукуни билан темир (II, III)- оксиднинг (темир куюндисининг) эквивалент миқдорлари аралашмиси *термит* дейилади. Термитнинг ёниш реакцияси ушбу тенглама бўйича боради:



Ажралиб чиқадиган иссиқлик олинадиган темирнинг тулу суюқланиши учун батамом етарлидир. Термитдан пўл буюмларни пайвандлашда фойдаланилади.

Алюминотермия хром, марганец, ванадий, титан, цинк коний ва бошқа металларни уларнинг оксидларидан олинида, шунингдек, махсус пўлатлар олишда қўлланилади.

13- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УЛАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

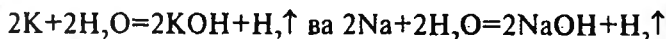
13.1. Таркибида массаси 23 г калий ва 39 г натрий тутти қотишманинг 200 г сув билан реакцияси натижасида ҳосил бўладиган газнинг ҳажмини (л. н. ш.) ва ишқорлар аралашмасининг моляр концентрацияларини ($\rho=1,2$ г/мл) ва ишқорларнинг ҳар бирининг масса улушларини ҳисоблаш

А) $V(H_2)=25,2$	В) $V(H_2)=25,6$
$C_m(NaOH)=6,7$ моль/л	$C_m(NaOH)=7,7$ моль/л
$C_m(KOH)=3,4$ моль/л	$C_m(KOH)=2,7$ моль/л
$C_m(\text{ишқор})=10,1$ моль/л	$C_m(\text{ишқор})=10,4$ моль/л
$\omega(NaOH)=0,262$	$\omega(NaOH)=0,262$
$\omega(KOH)=0,127$	$\omega(KOH)=0,127$

- С) $V(H_2)=25,0$
- $C_m(NaOH)=7,8$ моль/л
 $C_m(KOH)=2,6$ моль/л
 $C_m(\text{ишқор})=10,4$ моль/л
 $\omega(NaOH)=0,258$
 $\omega(KOH)=0,118$

Д) $V(H_2)=24,8$	Е) $V(H_2)=26,0$
$C_m(NaOH)=7,5$ моль/л	$C_m(NaOH)=7,6$ моль/л
$C_m(KOH)=3,3$ моль/л	$C_m(KOH)=2,7$ моль/л
$C_m(\text{ишқор})=10,8$ моль/л	$C_m(\text{ишқор})=10,3$ моль/л
$\omega(NaOH)=0,26$	$\omega(NaOH)=0,25$
$\omega(KOH)=0,13$	$\omega(KOH)=0,13$

Ечиш: Ҳар қайси модданинг миқдорини ҳисоблайми
 $n(K)=23 : 39=0,59$ моль, $n(Na)=39 : 23=1,7$ моль. Уларнинг сув билан реакция тенгламалари:



Ҳосил бўлган водород ва ишқорлар миқдори:

$n(KOH)=0,59$ моль, $n(NaOH)=1,7$ моль, $n(H_2)=0,5$ нК+0

$n_{\text{Na}} = 0,5 \cdot 0,59 + 0,5 \cdot 1,7 = 0,295 + 0,85 = 1,145$ моль. Газнинг ҳажми
 $V(\text{H}_2) = 1,145 \cdot 22,4 = 25,6$ л.

Ишқор эритмаларидаги модда миқдори:

$$n(\text{MeOH}) = 0,59 + 1,7 = 2,29 \text{ моль.}$$

Эритма массаси олинган сув массасидан реакцияда қатнашган Na ва K массалари йигиндисидан ва ҳосил бўлган водород массалари айирмасидан топилади: m (эритма) $= 200 + 23 + 39 - (25,6 : 22,4) \cdot 2 = 259,75$ г. $V(\text{эритма}) = 259,7 : 1,2 = 216,4$ мл $= 0,22$ л бўлади. Бу қийматлардан фойдаланиб қуйидагиларни топамиз:

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH})}{259,7} = \frac{1,7 \cdot 40}{259,7} = 0,262 \text{ (ёки } 26,2\%)$$

$$\omega(\text{KOH}) = 0,59 \cdot 56 : 259,7 = 0,127 \text{ (ёки } 12,7\%)$$

$$C_m(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH}) \text{ моль}}{V(\text{э}), \text{л}} = \frac{1,7}{0,22} = 7,7 \text{ мол/л}$$

$$C_m(\text{KOH}) = \frac{0,59}{0,22} = 2,7 \text{ мол/л, умумий моляр концентрация эса } C_m(\text{ишқор}) = \frac{0,59 + 1,7}{0,22} = 10,4 \text{ мол/л ёки соддароқ}$$

тарзда $C_m(\text{ишқор}) = 7,7 + 2,7 = 10,4$ мол/л бўлади.

Жавоб: В бўлади.

13.2. Сувнинг доимий қаттиқлигини келтириб чиқарадиган бирикмаларни танланг.

- 1) магний карбонат; 2) магний гидрокарбонат;
- 3) магний сульфат; 4) кальций гидроксид;
- 5) кальций карбонат; 6) кальций сульфат;
- 7) кальций гидрокарбонат; 8) магний хлорид;
- 9) кальций хлорид.

А) 1, 3, 5, 7 В) 2, 4, 5, 8 Д) 3, 6, 8, 9

С) 2, 5, 8, 9 Е) 1, 4, 7, 9

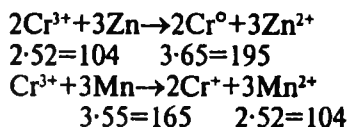
Ечиш: Сувнинг доимий қаттиқлиги кальций ва магнийнинг хлорид ва сульфат тузларининг миқдори билан боғланган. Тест саволидаги 3, 6, 8 ва 9 тузлар жавобни қаноатлантиради.

Жавоб: Д бўлади.

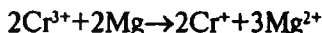
13.3. Хром (III) сульфат эритмасига қуйидаги металларнинг қайсиларидан ясалган пластинка тушириб туриб турганда пластинканинг массаси камайиши керак?

- 1) темир; 2) магний; 3) кадмий; 4) қара
5) кўрғошин; 6) рух; 7) марганец; 8) мис.
А) 1 В) 2, 3 С) 4, 5 Д) 6, 7 Е) 7, 8.

Ечиш: Келтирилган металлардан ясалган пластинка билан хром иони орасидаги реакцияда рух, марганец ва магний қатнашади, чунки уларнинг стандарт электрод потенциаллари (тегишли тартибда $-0,76$; $-1,18$ ва $-2,37$ В га тенг). 12.1-жадвалга қаранг) хром иони билан ўрин олиш реакциясида қатнашиши мумкин. Бу қатордаги металлардан фақат рух ва марганецнинг атом массалари хромникидан катта; реакция тенгламасига



қараганда пластинка массалари камаяди, магний қатнашганда эса



натижа тескари натижага олиб келади.

Жавоб: Д бўлади:

13.4. Нима сабабга кўра I А группачадаги элемент атомларининг нисбий электрманфийлиги водороддан литийга ўтганда $2,1 - 1,0 = 1,1$ қийматга камаяди, лекин литийдан натрийга ўтганда $0,1$ бирликка (10 мартадан кам фарқ билан) ўзгаради?

- А) водороднинг нисбий электрманфийлиги галоген атомларининг яқин бўлиши кераклиги сабабли;
В) водород атомининг радиуси [$r(\text{H}) = 0,053$ нм] литий атоминики [$r(\text{Li}) = 0,155$ нм] га қараганда 3 марта кичик бўлиши сабабли;
С) водороднинг валент электроли $1s^1$ -ни ядрога тортилишини тўсадиган ички электрон қобик йўқ, литий атомининг $2s^1$ валент электролини ядрога тортилишини $1s^2$ электрон поғона (қобик) тўсиб туради. Қолган ишқорий металларда ҳам шундай тўсиш кузатилади;
Д) водород атоми ядроси ўзига бошқа электроманфийлиги кичик бўлган элементларнинг электронларини тартиб олишга ва оксидланиш даражаси -1 га тенг бўлган ион табиатли гидридларни ҳосил қила олади;

Е) водород атомининг радиуси фтор атоминикига қараганда ($r(H) : r(F)=0,053 : 0,034=1,6$ марта) катта бўлгани учун $\lambda(F) : \lambda(H)=4,1 : 2,1=1,95$ марта ортиқ.

Ечиш: Нисбий электрманфийлик элемент атомининг ядросига боғ ҳосил қилишда қатнашган электронни тортиб туришига пропорционал бўлади. Хлор атомининг радиуси фтор атоминикига қараганда ($r(Cl) : r(F)=0,099 : 0,034=2,9$) уч мартача катта, бром атоминики фтор ва хлор атомлариникига қараганда эса ($r(Br) : r(Cl) : r(F)=0,114 : 0,099 : 0,034=3,35 : 2,9 : 1$) уларнинг нисбий электрманфийликлари нисбати билан таққосласак $\chi(F) : \chi(Cl) : \chi(Br)=4,1 : 3,0 : 2,8=1,5 : 1,1 : 1,0$ бўлиши асосий сабаб кўриб ўтилган хусусиятларгина етарли эмаслигини кўрсатади (8.1-жадвалга қаранг). 2-давр элементларининг валент поғоналаридаги электронлари ва электрманфийлиги катта бўлган элементларнинг электрон қабул қилиб олишга мойиллиги ядро зарядининг ташқи поғонада жойлашган электронларни тортиб туриши кейинги давр элементлариникига қараганда бошқача бўлишига тўсиқлик кўрсатувчи электрон тутган орбитал бўлиши ёки бўлмаслиги билан боғлиқ.

Водород атомида $1s^1$ -электрон билан ядро орасида тўсиқ вазифасини бажарадиган симметрияси s - турдаги орбитал йўқ. 2-даврдаги $2s^1$ - ва $2s^2$ - орбиталларни ядрога тортилишини электронлар билан тўлган $1s^2$ - орбиталлар мавжуд. $2p$ - электрон орбиталларидаги 1 дан 6 та электронларининг ядрога тортилишини тўсувчи ички p - орбитал йўқлиги сабабли бундай элементларнинг ядро заряди ортиб бориши натижа-сида атом радиуслари тартиб рақами ортиб бориши билан ортиб боради. Бу элементларнинг электронлари жойлашган энергетик поғонача ядрога тортилиши кучайиб бориши сабабли орбитал радиуслар ҳам кичиклашиб боради.

Жавоб: С бўлади.

13.5. Каттик сувни юмшатиш усулларини кўрсатинг.

1) қайнатиш; 2) сувни кучли совутиш орқали унда эриган тузлардан ажратиш; 3) майда қум қатла-мидан ўтказиш; 4) сода эритмаси билан ишлаов бериш; 5) сўндирилган оҳақ эритмасидан қўшиш; 6) анионлар қўшиш; 7) ион-алмашинувчи кати-онитлар ва анионитлар.

А) 1, 2, 4 В) 1, 4, 5, 6 С) 1, 3, 4, 5 Д) 1, 4, 5, 7 Е) 1, 3, 4, 6.

ундан электр лампочкаларида чўгланиш тоалари тайёрлаш учун фойдаланилади.

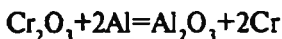
Хром группачасидаги металллар одатдаги шароитда ҳаво ва сув таъсирига жуда барқарордир. Қиздирилганда кислород, галогенлар, азот, фосфор, кўмир, кремний ва б. билан реакцияга киришadi. Уларнинг бошқа металллар билан ҳосил қилган жуда кўп қотишмалари маълум. Қотишмалари ва металлларнинг ўзи — ҳозирги техника учун анча қимматли материаллардир.

Физик ва кимёвий хоссалари жиҳатидан молибден билан вольфрам бир-бирига ўхшайди ва хромдан қисман фарқ қилади. Металлларнинг кимёвий активлиги хром — молибден — вольфрам қаторида сезиларли даражада пасайиб боради.

14.2- §. Хром

Табиатда учраши. Хром турли хил минералларда бирикмалар ҳолида учрайди. Энг кўп тарқалган минерали хромит, бошқача айтганда хромли темиртош FeCr_2O_4 , унинг бой конлари Уралда ва Қозоғистонда бор. Хромнинг ер пўстлоғидаги умумий миқдори 0,03% ни ташкил этади. Хром Куёшда, юлдузларда ва метеоритларда борлиги аниқланган.

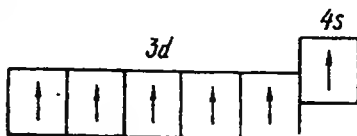
Олиниши. Хром метали хром (III) — оксидни қиздириб туриб алюминий билан қайтариш орқали олинади:



Хром метали хром бирикмаларининг сувдаги эритмаларини электролиз қилиш йўли билан ҳам олинади.

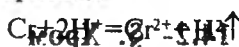
Физик хоссалари. Хром — кулранг-оқ ялтироқ металл. Металлар орасида у энг қаттиғи, унинг зичлиги $7,2 \text{ г/см}^3$, суюқл. т. 1855°C . Табиий хром масса сонлари 50, 52, 53, 54 ва 56 бўлган бешта изотопнинг аралашмасидан таркиб топган. Радиоактив изотоплари сунъий йўл билан олинган.

Кимёвий хоссалари. Хром атомининг 3d- ва 4s- орбиталларида электронларнинг жойлашувини ушбу схема билан кўрсатиш мумкин:



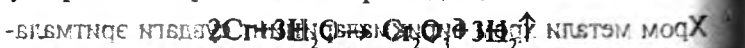
Бундан кўриниб туриптики, хром бирикмаларида +1 д
+6 гача турли хил оксидланиш даражаларини намоян
ши мумкин: улардан энг барқарори хромнинг оксидлани
даражаси +2, +3, +6 бўлган бирикмалардир. Шундан
қидиб кимявий боғланишлар ҳосил бўлишда фақат та
қд логиканинг электронлари эмас, балки таъқиридан
кинчи логиканинг таъқиридан ҳам электрон
иштирок этади.

Алиминийда бўлгани каби хромнинг сиртида ҳам ок
сид парда Cr_2O_3 ҳосил бўлади. Шунинг тўғ хром су
тирилган сульфат ва хлорид кислоталарида бирланига эмас
балки оксид парда эригандан кейингина эрий бошлайд

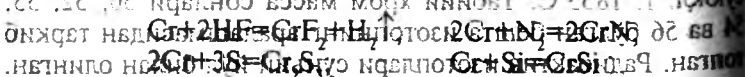


Нитрат ва концентрданган сульфат кислоталарда хром
эримайди, чунки унинг оксид пардаси пухталашади, яъ
хром пассив ҳолатга ўтади. Таъқибда эриган кислород бо
султирилган сульфат ва хлорид кислоталар худди та
сабабли хром билан реакцияга киришмайди. Хромнинг
пассивлигини йуқотиш учун металлнинг сиртини тозалаш
керак.

Юқори температурада хром кислородда ёниб, оксид
 Cr_2O_3 ҳосил қилади. Тўғ ҳолигача қиздирилган хром су
буглари билан реакцияга киришади.

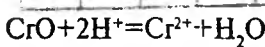


Хром метали қиздирилганда галогенлар, волород гало
генидлар, олтинтўғурт, азот, фосфор, кумир, кремний
бор билан ҳам реакцияга киришади. Масалан



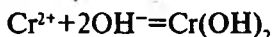
14.3- §. Хром оксидлари ва гидрооксидлари

Хром учта оксид ҳосил қилади: CrO , Cr_2O_3 ва CrO_3 .
Х р о м (II)- о к с и д CrO — пирофор қора куку
(пирофорлик — майда туйилган ҳолатида ҳавода ўз-ўзидан
алангаланиб кетиши). Хром амальгамасини ҳаво кислороди
билан оксидлаш орқали олинади. Султирилган хлорид
кислотада эрийди:



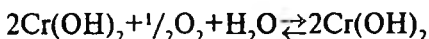
Ҳавода 100°C дан юқорида қиздирилганда хром (II)- оксид хром (III)- оксидга айланади.

Хром (II)- хлорид CrCl_2 га ишқор эритмаси таъсир эттирилганда хром (II)- гидроксид $\text{Cr}(\text{OH})_2$ сариқ чўкма ҳолида ҳосил бўлади:

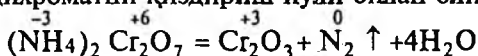


$\text{Cr}(\text{OH})_2$ асос хоссаларига эга. Қайтарувчи ҳисобланади. Қиздирилганда Cr_2O_3 га айланади.

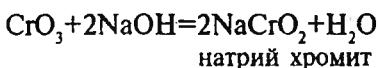
Хром (II) нинг барча бирикмалари анча беқарор ва ҳаво кислороди таъсирида осон оксидланиб, хром (III) бирикмаларига айланади. Масалан:



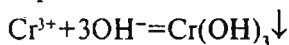
Хром (III)- оксид Cr_2O_3 — яшил рангли, қийин суюқланидиган кукун. Қаттиқлиги жиҳатидан корундга яқин туради, шу сабабли у жилвирдаш воситалари таркибига қўшилади. Юқори температурада элементларни бириктириш йўли билан олинади. Лабораторияда хром (III)- оксидни аммоний дихроматни қиздириш йўли билан олиш мумкин:



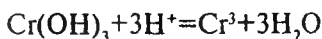
Al_2O_3 каби хром (III)- оксид ҳам амфотер Cr_2O_3 ишқорлар билан бирга суюқдантирилганда хром (III) бирикмалари — хромитлар ҳосил бўлади:



Хром (III)- оксид сув билан реакцияга киришмайди, лекин унга хром (III)- гидроксид $\text{Cr}(\text{OH})_3$ мувофиқ келади; бу гидроксид хром (III) тузларининг эритмаларига ишқорларнинг эритмалари таъсир эттирилганда кулранг-яшил ивиқсимон чўкма тарзида олинади:

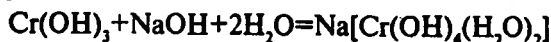


Хром (III)- гидроксид амфотер хоссаларга эга — кислоталар ва ишқорлар билан реакцияга киришади. Кислоталарда эриганда хром (III) тузлари ҳосил бўлади, масалан:

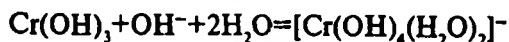


Хром (III) тузлари алюминий тузларга ўхшайди. Улар осон

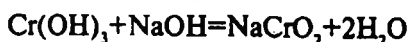
гидролизланади. Сувдаги эритмаларда катион Cr^{3+} фақат гидратланган ион $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ ҳолида учрайди, у эритма гунафша ранг беради (соддалаштириб Cr^{3+} ҳолида ёзилган). $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ишқорларда эриганида гидроксохромитлар $[\text{Al}(\text{OH})_3$ га ўхшаш] ҳосил бўлади:



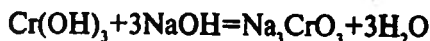
ёки



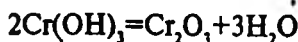
$\text{Cr}(\text{OH})_3$ ишқорлар билан қўшиб суюқлантирилганда метохромитлар ва ортохромитлар олинади:



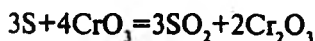
ва



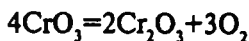
Хром (III)- гидроксид қизидирилганда хром (III)- оксид ҳосил бўлади:



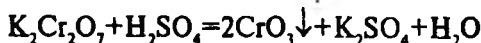
Хром (VI)- оксид CrO_3 — тўқ қизил кристалл модда. Кучли оксидловчи: йод, олтингугурт, фосфор, қўмирни оксидлайди, бунда ўзи Cr_2O_3 га айланади. Массалан:



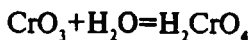
250°C га қадар қиздирилганда парчаланади:



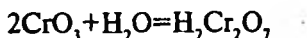
Концентранган сульфат кислота билан натрий ёки калий дихроматнинг тўйинган эритмаси ўзаро таъсир эттирилганда олинади:



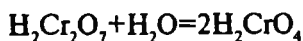
CrO_3 кислота хусусиятига эга: сувда осон эриб, хромат кислоталарни ҳосил қилади. Сув мўл бўлганда хромат кислотаси олинади:



CrO_3 нинг концентрацияси катта бўлганда дихромат кислотаси $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ҳосил бўлади:



бу кислота суюлтирилганда хромат кислотага айланади:



Хромат кислоталар фақат сувдаги эритмалардагина мавжуд бўлади. Лекин уларнинг тузлари анча барқарордир.

Агар ҳар хил оксидланиш даражасида бўлган хромнинг

гидроксидлари $\text{Cr}(\text{OH})_2^{+2}$, $\text{Cr}(\text{OH})_3^{+3}$ ва $\text{H}_2\text{CrO}_4^{+6}$ ўзаро таққосланса, қуйидагича худоса келиб чиқади:

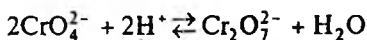
Оксидланиш даражаси ортиши билан гидроксидларнинг асос хоссалари сусаяди ва кислота хоссалари кучаяди.

$\text{Cr}(\text{OH})_2$ асос хоссаларини намоён қилади, $\text{Cr}(\text{OH})_3$ — амфотер, H_2CrO_4 эса — кислота хоссади.

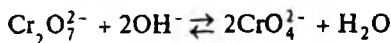
14.4- §. Хроматлар ва дихроматлар

Хромат кислоталар икки қатор тузлар ҳосил қилади: хроматлар — хромат кислотанинг тузлари шундай деб аталади ва дихроматлар — дихромат кислотанинг тузлари шундай деб аталади. Хроматлар сариқ рангли (хромат-ион CrO_4^{2-} нинг ранги), дихроматлар — зарғалдоқ рангли (дихромат-ион $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ нинг ранги) бўлади.

CrO_4^{2-} ва $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ионлар водород ионларининг концентрацияси ўзгарганда қуйидаги тенгламалар бўйича бир-бирига айланади:



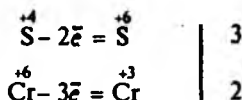
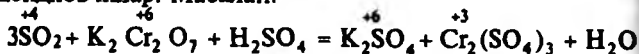
ва



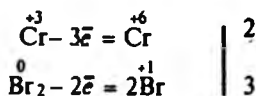
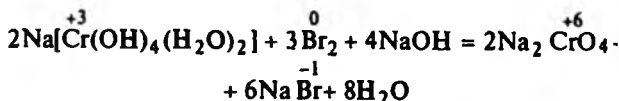
Бундан кўриниб туриптики, агар эритмага озгина кислота қўшилса, у ҳолда мувозанат дихромат-ионлар $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ҳосил бўлиш томонига силжийди ва аксинча, агар ишқор қўшилса, у ҳолда мувозанат хромат-ионлар CrO_4^{2-} ҳосил бўлиш томонига силжийди. Шу йўл билан хроматларни дихроматларга ва дихроматларни хроматларга айлантириш мумкин.

Дихроматлар $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ва $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ хромпиклар дейилади. Улар оксидловчилар сифатида кўпчилик (терини ошлаш), лакбўёқ, гугурт ва тўқимачилик саноатларида ишлатилади. Хромли аралашма — калий дихроматнинг концентранган сульфат кислотатадаги 3% ли эритмаси ана шундай аталади — кимё лабораторияларида шиша идишларни ювиш учун ишлатилади.

Хромат кислоталарнинг тузлари кислотали муҳитда — ли оксидловчилар. Масалан:

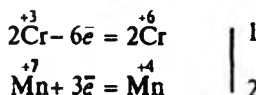
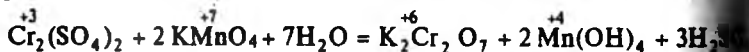


Хром (III) бирикмалари ишқорий муҳитда қайтарувчи вазифасини бажаради. Турли хил оксидловчи — Cl_2 , Br_2 , H_2O , KMnO_4 ва б. таъсирида улар хром (VI) бирикмаларига — хроматларга айланади:



Бу ерда хром (III) бирикмаси $\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]$ тарзида ифодаланган, чунки у Na^+ ва $[\text{Cr}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]^-$ ионлари ҳолида мушундай ишқор эритмасида мавжуд бўлади.

KMnO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ сингари кучли оксидловчилар кислотали муҳитда хром (III) бирикмаларини дихроматларга айлантиради:



Шундай қилиб, $\overset{+2}{\text{Cr}} \rightarrow \overset{+3}{\text{Cr}} \rightarrow \overset{+6}{\text{Cr}}$ қаторда оксидланиш даражалари ўзгариши билан оксидлаш ҳоқсалари кетма-кет кучайиб боради. Бирикмалари — кучли қайтарувчилар, осон оксидланиб хром (III) бирикмаларига айланади. Хром (VI) бирикмалари — кучли оксидловчилар осон қайтарилади ва хром (III) бирикмаларига айланади. Оралиқ оксидланиш даражасига эга бўлган, яъни хром (III) бирикмалари кучли қайтарувчилар билан реакцияга киришганида оксидлаш ҳоқсаларини намоён қилиб, хром (II) бирикмаларига айланиши, кучли оксидловчилар (масалан бром, KMnO_4) билан реакцияга киришганида эса қайтарувчилик ҳоқсаларини намоён қилиб, хром (VI) бирикмаларига айланиши мумкин.

Хром (III) тузларининг ранги жуда турли-туман — гунаф-ша, кўк, яшил, жигар ранг, зарғалдоқ, қизил ва қора бўлади. Барча хромат кислоталар ва уларнинг тузлари, шунингдек, хром (VI)- оксид заҳарлидир: териға, нафас йўлларига зарар етказади, кўзни яллиғлантиради, шу сабабли улар билан ишлашда барча эҳтиёт чораларига риоя қилиш зарур.

14.5- §. Темир оиласининг умумий тавсифи

Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг VIII группасининг ёнаки группачасида 9 элемент бор: темир, кобальт, никель, рутений, родий, палладий, осмий, иридий, платина. Бу группанинг бир-бирига ўхшаш элементлари *триадалар* дейиладиган горизонтал группачалар ҳосил қилади. Темир, кобальт ва никель элементлари темир триадасини, бошқача айтганда темир оиласини ҳосил қилади. VIII группадаги қолган элементлар платина металлар оиласини ташкил этади, бу оилага палладий ва платина триадалари киради. Бу оилалар хоссалари жиҳатидан бир-биридан муҳим фарқ қилади.

Темир триадаси элементларининг атомлари ташқи энергетик поғонасида 2 тадан электрон бўлади, улар кимёвий реакцияларда шу электронларини беради. Лекин кимёвий боғланишлар ҳосил бўлишида ташқаридан иккинчи поғонанинг 3d- орбиталидаги электронлар ҳам иштирок этади. Бу элементлар ўзларининг барқарор бирикмаларида +2, +3 оксидланиш даражаларини намоён қилади. RO ва R_2O_3 таркибли оксидлар ҳосил қилади. Уларга $R(OH)_2$ ва $R(OH)_3$ таркибли гидроксидлар мувофиқ келади.

Нейтрал молекулаларни, масалан углерод (II)- оксидни бириктириб олиш темир триадаси (оиласи) элементларига хос хусусиятдир. Карбониллари $Ni(CO)_4$, $Co(CO)_4$ ва $Fe(CO)_5$ дан ўта тоза металлар олиш учун фойдаланилади.

Кобальт билан никелнинг реакцияга киришиш хусусияти темирникига қараганда суст. Улар одатдаги температурада ҳавода, сувда ва турли хил эритмаларда деярли коррозияланмайди. Суюлтирилган хлорид ва сульфат кислоталар темир билан кобальтни осон эритади, никелни эса — фақат қиздирилганда эритади. Концентрланган нитрат кислота учада металлни ҳам пассивлаштиради.

Темир оиласидаги металлар қиздирилганда кислород, сув буғлари, галогенлар, олтингугурт, фосфор, кремний, кўмир

ва бром билан реакцияга киришади. Энг барқарорлари темир (III), кобальт (II) ва никель (II) бирикмаларидир.

Темир, кобальт ва никель стандарт электрод потенциаллар қаторида водороддан олдин, платина металлари эскин жойлашган. Шу сабабли темир оиласидаги металлари табиатда бирикмалар (оксидлар, сульфидлар, сульфатлар, карбонатлар) ҳолида тарқалган, эркин ҳолда жуда камдан кам — темир метеоритлари ҳолида учрайди. Табиатда тарқалганлиги жиҳатидан темирдан кейин никель, сўнгра кобальт туради.

Темир оиласидаги элементларнинг +2 оксидланиш даражасида ҳосил қилган бирикмалари бир-бирига ўхшайди. Улар юқори оксидланиш даражаларида оксидлаш хоссаларини намоён қилади.

Темир, кобальт, никель ва ударнинг қотишмалари — ҳозирги техниканинг анча муҳим материалларидир. Лекин булар орасида темир энг катта аҳамиятга эга.

14.6- §. Темир

Темирнинг энг муҳим рудалари. Темир алюминийдан кейин — табиатда энг кўп тарқалган металл. Унинг ер қўстлоғидаги умумий миқдори 5,1% ни ташкил этади. Темир кўпчилик минераллар таркибига киради. Темирнинг энг муҳим рудалари қуйидагилардир: 1) **магнит темир тош** Fe_3O_4 ; юқори сифатли бу руданинг йирик конлари Уралда — Високая, Благодать, Магнитная тоғларидадир; 2) **қизил темир тош** Fe_2O_3 ; унинг энг йирик кони — Кривойрог конидир; 3) **қўнгир темир тош** $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; йирик кони — Керчь конидир.

Юқорида айтилган конлардан ташқари уларнинг катта қатламлари Курск магнит аномалиясида, Кола ярим оролида, Сибирда ва Узоқ Шарқда топишган.

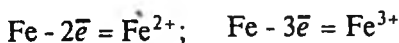
Табиатда кўпинча катта миқдорларда олтингугурт конлари (пирит) FeS_2 учрайди. У сульфат кислота олиш учун бошланғич хомашё сифатида ишлатилади.

Физик хоссалари. Темир — ялтироқ кумушранг-оқ металл, унинг зичлиги $7,87 \text{ г} \cdot \text{см}^3$, суюқл. т. 1539°C . Яхши пластиклик хусусияти бор. Темир осон магнитланади ва магнитсизланади, шу сабабли динамомашина ва электромоторларнинг ўзақлари сифатида ишлатилади.

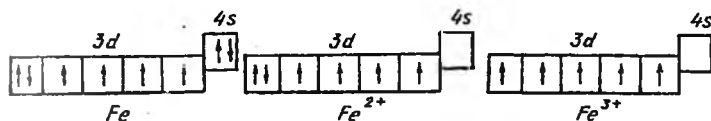
Темир масса сонлари 54, 56 (асосийси), 57 ва 58 бўлган тўртта барқарор изотопдан таркиб топган. Радиоактив изотоплари $^{55}_{26}\text{Fe}$ ва $^{59}_{26}\text{Fe}$ ҳам ишлатилади.

Кимёвий хоссалари. Темир атомларида электронларнинг энергетик поғоналар бўйича жойлашувини шундай кўрсатиш мумкин: $2.8.(8+6).2$. Охирги поғонада — 2 электрон, охиргидан олдингида — 14 та, шу жумладан 6 та октетдан ортиқча электрон бор.

Темир иккита ташқи электронини бериб, +2 оксидланиш даражасини намоён қилади: учта электронини (иккита ташқи ва битта ташқаридан олдинги поғонанинг октетдан ортиқча электронини) берганида +3 оксидланиш даражасини намоён қилади:

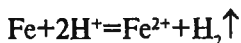


Темир атомининг ва Fe^{2+} ҳамда Fe^{3+} ионларининг 3d- ва 4s- орбиталарининг электрон структураларини шундай тасвирлаш мумкин:



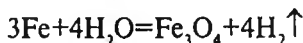
Темир учун бошқа оксидланиш даражалари хос эмас.

Темир суюлтирилган хлорид ва сульфат кислоталарда эрийди, яъни водород ионлари таъсирида оксидланади:

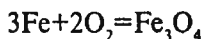


Темир суюлтирилган нитрат кислотада ҳам эрийди, бунда темир (III) тузи, сув ва нитрат кислотанинг қайтарилиш маҳсулоти — NH_3 ёки N_2O билан N_2 ҳосил бўлади (10.8- § га қ.).

Юқори температурада (700 — 900°C) темир сув буғлари билан реакцияга киришади:



Қаттиқ қиздирилган темир сим кислородда равшан аланга бериб ёнади ва куйинди — темир (II, III)- оксид ҳосил қилади:



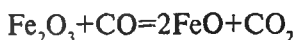
Темир иситилганда хлор ва олтингугурт билан, юқори температурада — кўмир, кремний ва фосфор билан реакцияга киришади. Темир карбид Fe_3C цементит дейилади. Бу кул ранг қаттиқ модда, жуда мўрт ва қийин суюқланади.

Темир металллар ва металлмаслар билан қотишмалар ҳосил қилади (12.4- § га қ.), бу қотишмалар халқ хўжалигида ниҳоятда катта аҳамиятга эга.

14.7- §. Темир бирикмалари

Темирнинг икки хил: темир (II) ва темир (III) бирикмалари энг кўп учрайди. Озроқ миқдорда темир (VI) бирикмалари — ферратлар ҳам маълумки, масалан, калий феррат K_2FeO_4 ва барий феррат BaFeO_4 .

Т е м и р (II)- о к с и д FeO — осон оксидланадиган қора кукун. Темир (III)- оксидни 500°C да углерод (II)- оксид билан қайтариш орқали олинади:



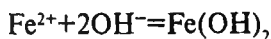
FeO асосли оксид хоссаларини намоён қилади: кислоталарда осон эриб, темир (II) тузларини ҳосил қилади.

Т е м и р (III)- о к с и д Fe_2O_3 — темирнинг энг барқарор табиий кислородли бирикмаси. Кислоталарда эриб, темир (III) тузларини ҳосил қилади.

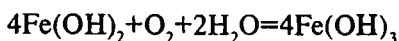
Т е м и р (II, III)- о к с и д Fe_3O_4 табиатда магнетит минерали ҳолида учрайди. У токни яхши ўтказади, шу сабабли электродлар тайёрлаш учун фойдаланилади.

Оксидларга темир гидроксидлари мувофиқ келади.

Т е м и р (II)- г и д р о к с и д $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ҳавосида жойда темир (II) тузларига ишқорлар таъсир эттирилганда ҳосил бўлади:

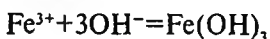


Оқ рангли чўкма тушади. Ҳаво иштирокида унинг ранги яшилроқ, сўнгра қўнғир тусга киради. Темир (II) катионлари Fe^{2+} ҳаво кислороди ёки бошқа оксидловчилар таъсирида осон оксидланиб, темир (III) катионлари Fe^{3+} га айланади. Шунинг учун темир (II) бирикмаларининг эритмаларида доимо темир (III) катионлари бўлади. Худди шу сабабли оқ темир (II)- гидроксид $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ҳавода дастлаб яшилроқ, сўнгра қўнғир тусга кириб, темир (III)- гидроксид $\text{Fe}(\text{OH})_3$ га айланади:

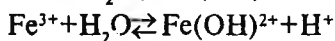
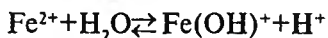


$\text{Fe}(\text{OH})_2$ асос хоссаларини намоён қилади, минерал кислоталарда яхши эриб, тузлар ҳосил қилади.

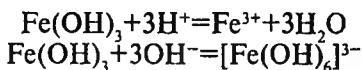
Т е м и р (III)- г и д р о к с и д $\text{Fe}(\text{OH})_3$ темир (III) тузларига ишқорлар таъсир эттирилганда қизил-қўнғир чўкма ҳолида ҳосил бўлади:



$\text{Fe}(\text{OH})_3$ — темир (II)- гидроксидга қараганда кучсизроқ асос. Бунга сабаб шуки, Fe^{2+} да ионнинг заряди Fe^{3+} дагига қараганда кичик, радиуси эса катта, демак, Fe^{2+} гидроксид-ионларни бўшроқ тутиб туради, яъни $\text{Fe}(\text{OH})_2$ анча осон диссоциланади. Шунинг учун темир (II) тузлари жуда оз даражада; темир (III) тузлари эса — жуда кучли гидролизланади:



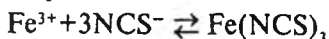
Темир (III)- гидроксидда салгина амфотердик хоссаси бор: у султирилган кислоталарда ва ишқорларнинг концентрданган эритмаларида эрийди:



Темир тузларидан қуйидагилар энг кўп ишлатилади: 1) темир (II)- сульфатнинг гептагидрати (темир купороси) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ўсимликларнинг зараркунандаларига қарши курашда, мой бўёқлар тайёрлашда ва б. мақсадларда ишлатилади; 2) темир (III)- хлорид FeCl_3 сувни тозалашда коагулянт сифатида, шунингдек газламаларни бўяшда бўёқни ўчмайдиган қилиш учун ишлатилади; 3) темир (III)- сульфатнинг наонагидрати $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ коагулянт сифатида, шунингдек, металлларни дорилашда ишлатилади; 4) темир (III)- нитратнинг наонагидрати $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ипгазламаларни бўяшда бўёқни ўчмайдиган қилиш учун ва ипакни огирлаштирувчи сифатида ишлатилади.

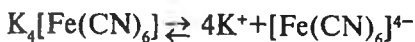
Темир (II) катиони ва темир (III) катионига сифат реакциялар. Темир (III) катиони аммоний тиоцианат NH_4NCS ёки калий тиоцианат KNCS нинг рангсиз эритмаси, аниқроғи тиоцианат-ион NCS^- ёрдамида осон билиб олинади. Темир (III) тузининг эритмасига NCS^- таъсир

этирилганда қизил-қон рангли бирикма — темир (III) тиоцианат $\text{Fe}(\text{NCS})_3$ ҳосил бўлади:

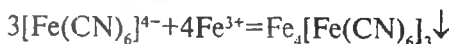


Тиоцианат-ион NCS^- темир (III) катиони Fe^{3+} га реагент бўлиб хизмат қилади.

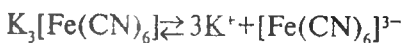
Темир (III) катиони Fe^{3+} ни аниқлаш учун темирнинг с а р и қ қ о н т у з и дейиладиган мураккаб (комплекс) бирикмаси — калий гексацианоферрат (II) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ни ишлатиш қулай. Бу туз эритмада ионларга диссоциланади:



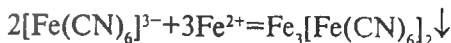
Гексацианоферрат-ионлар $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ темир (III) катионлари Fe^{3+} билан ўзаро таъсирлашганда тўқ кўк чўкма — темир (III)- гексацианоферрат (II) (б е р л и н з а н - г о р и с и) ҳосил бўлади:



Темирнинг бошқа мураккаб бирикмаси — калий (III) гексацианоферрат (қизил қон тузи) эритмада диссоциланади:



гексацианоферрат (III) ионлар $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ темир (II) катионлари Fe^{2+} билан ўзаро таъсир этирилганда ҳам тўқ кўк чўкма — темир (II)- гексацианоферрат (II) (турнбул кўки) ҳосил бўлади:



Шундай қилиб, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ва $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ бирикмалар тегишлича темир (III) катиони Fe^{3+} га муҳим реагентлар ҳисобланади.

14.8- §. Домна жараёни

Рудалардан темир олиш унинг оксидларини углеводород (II) оксид ва кўмир (кокс) билан қайтаришга асосланган. Бунда тоза темир эмас, унинг кўмир ва бошқа қўшимчалар (кремний, марганец, олтингургурт, фосфор) билан қотишмаси олинади. Бу қотишма чўян дейилади (14.9- § га қ.).

Чўян домна печларида, яъни домналарда суюқлантириб

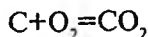
линади. Бу ҳажми 5000 м³ ва баландлиги 80 м гача бўлган, чқи томонига ўтга чидамли гишт қопланган ва ташқи пўлат илофи (мустаҳкам бўлиши учун) бор мураккаб иншоот-ир. Домнанинг юқориги ярми шахта, юқориги тешиги — *колошник*, энг кенг қисми — *распар*, пастки қисми — *горн* ейилади.

Домна жараёнининг схемаси ва унинг химизми 14.1-асмда кўрсатилган.

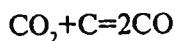
Бошланғич материаллар: шихта — таркибида темир оксиди, шунингдек, кокс, флюслар (суюқлантиргичлар) бор уда. Кокс иссиқлик манбаи бўлиб хизмат қилади, шунинг-дек ундан қайтарувчи — углерод (II)- оксид олиш учун фойдаланилади. Флюслар бекорчи жинсни осон суюқлани-ниган бирикмаларга — шлакларга айлантиради.

Домнага колошник орқали бошланғич материаллар (нав-батлашиб келадиган қатламлар ҳолида) солинади. Кўмир-нинг ёниши ва зарурий темпéратурани сақлаб туриш учун орндаги махсус тешик орқали кислородга бойитилган ҳаво туфланади.

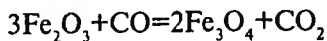
Горннинг юқориги, температура 1850° С га етадиган қисмида кокс 600—800°С гача қиздирилган, пуфланадиган ҳаво оқимида шиддат билан ёнади:



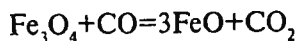
Углерод (IV)- оксид кокс чўғи орқали ўтиб, углерод (II)- оксидга айланади:



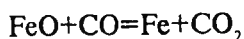
Углерод (II)- оксид аста-секин рудани қайтаради. 450—500°С температурада темир (III)- оксид Fe₂O₃ дан темир (II, III)- оксид Fe₃O₄ ҳосил бўлади:



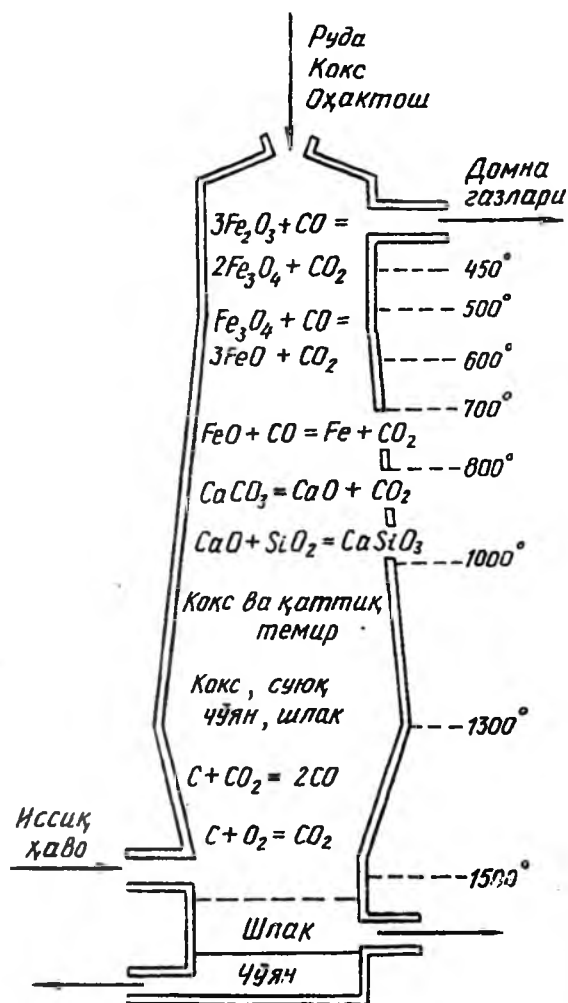
600°С да Fe₃O₄ темир (II)- оксидга қадар қайтарилади:



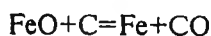
тахминан 700°С температурада эса темир (II)- оксид эркин металлга қадар қайтарилади:



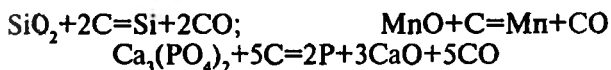
Юқори температураларда темир оксидларининг қайтарили-шида углерод (II)- оксид билан бирга кўмир (кокс) дан ҳам фойдаланилади:



14.1- расм. Домна жараёнининг химизми.

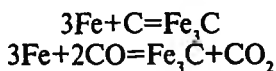


Рудадан темир қайтарилиши тахминан 1100°C да тугайди. Бу температурада рудада қўшимчалар ҳолида бўлган кремний, марганец ва фосфор ўзларининг бирикмаларидан қисман қайтарилади. Бу жараёнларни ушбу тенгламалар билан ифодалаш мумкин:



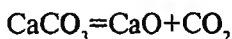
Бошланғич материалларда бирикмалар (CaSO_4 , FeS , ва б.) холида бўлган олтингугурт қисман темир сульфид FeS га айланади, у чўянда яхши эрийди.

Қайтарилган темир аста-секин пастга тушади ва кокс чўғи ҳамда углерод (II)- оксид билан тўқнашиб, темир карбид (*цементит*) ҳосил қилади:



Бунда углеродланган темирнинг суюқланиш температураси 1200°C га қадар пасаяди. Суюқланган темир ўзида углерод, цемент, кремний, марганец, фосфор, олтингугуртни эрилтади ва с у ю қ ч ў я н ҳосил қилади.

Руда таркибидаги бекорчи жинс асосан қумтупроқ ва бошқа оксидлардан таркиб топган бўлади. Уни йўқотиш учун бошланғич материалларга флюслар — кўпинча оҳактош CaCO_3 қўшилади. Юқори температурада оҳактош парчаланadi:



Кальций оксид бекорчи жинсдаги моддалар билан реакцияга киришиб, шлак — асосан кальций силикатлари ва алюмосиликатларини ҳосил қилади.

Суюқ чўян билан шлак горнга оқиб тушади, бунда шлак энгил бўлганлиги сабабли чўяннинг устида тўпланади ва уни кислороднинг таъсиридан сақлайди. Чўян билан шлак турли баландликда жойлашган тешиklar (14.1- расмга қ.) орқали чиқариб олинади.

Домнадан чиқаётган газ к о л о ш н и к г а з и ёки д о м н а г а з и дейилади. Унинг таркибида 30% гача углерод (II)- оксид, азот, углерод (IV)- оксид бўлади ва махсус иншоотларни — домнанинг ҳаво қиздиргичларини (кауперларни) қиздириш учун фойдаланилади; домнага бериладиган ҳаво кауперларда $600\text{—}800^\circ\text{C}$ гача қизийди.

14.9- §. Чўян ва пўлатлар

Домнада суюқлантирилган чўян таркибида 93% атрофида темир, 4,5% гача углерод, 0,5—2% кремний, 1—3% мар-

ганец, 0,02—2,5% фосфор ва 0,005—0,08% олтингугур бўлади. Чўян мўрт, болғаланмайди ва прокатка қилинмайди (чиғирланмайди). Чўян икки хил: кул ранг ва оқ бўлади.

Кул ранг чўян таркибидаги углерод графит ҳолида бўлади ва синдирилганда кул ранг тусли бўлади. Техникада у қуйиш (машиналарнинг оғир қисмларини, маховиклар ва ҳ. қуйиш) учун ишлатилади.

Оқ чўян таркибида углерод асосан цементит Fe_3C ҳолида бўлади, у кул рангдан оқроқ. Оқ чўяннинг ҳаммаси пўлатга айлантириш учун кетади.

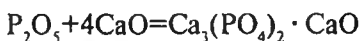
Қаттиқ пўлатда углероднинг миқдори 0,3 дан 1,7% гача бўлади. **Юмшоқ пўлатда** (илгари у болғаланувчан темир дейилар эди) 0,3% гача углерод бўлади. Пўлат чўяндан фарқ қилиб, осон болғаланади ва прокатка қилинади. Тез совитилганда у қаттиқ, секин совитилганда — юмшоқ бўлади. Юмшоқ пўлатта ишлов бериш осон. Ундан мих, болтлар, сим, томга ёпиладиган тунука, машиналарнинг деталлари тайёрланади. Қаттиқ пўлатдан асбоблар ясалади.

Ҳозирги техникада **легирилган пўлатлар** катта аҳамиятга эга. Уларнинг таркибида легирловчи элементлар бўлади, бу элементларга хром, никель, молибден, ванадий, вольфрам, марганец, мис, кремний ва б. киради. Легирловчи элементлар пўлатга муайян хоссалар бахш этиш учун қўшилади. Масалан, таркибида албатта бўладиган қўшимчалар билан бирга хром ва никель ҳам бўладиган **хром-никелли пўлатлар** нинг механик хоссалари яхши, коррозиябардош, шунингдек иссиқбардош бўлади. Улардан машиналарнинг кўпчилик қисмлари ва уй-рўзғор буюмлари (зангламайдиган қошиқ, вилка ва б.) тайёрланади. **Хром-молибденли ва хром-ванадийли пўлатлар** қаттиқ ва юқори температура ҳамда босимларда пухта бўлади. Улар трубопроводлар, авиамоторлар ва компрессорларнинг деталларини тайёрлашда ишлатилади. **Хром-вольфрамли пўлатлардан** қирқувчи асбоблар ясалади. **Марганецли пўлатлар** ишқаланиш ва зарба таъсирига анча чидамли бўлади.

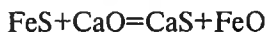
Чўянни қайта ишлаб пўлатга айлантириш унинг таркибидаги ортиқча углеродни ва бошқа қўшимчаларни чиқариб юборишдан иборат. Бу уларни оксидлаш йўли билан амалга оширилади. Юқори температурада кислород углерод

ва бошқа қўшимчалар билан осон бирикиб, оксидлар ҳосил қилади. Углерод (II)- оксид газ ҳолида чиқиб кетади, қолган оксидлар флюслар билан реакцияга киришиб, шлак ҳосил қилади, у пўлатнинг юзасига қалқиб чиқади.

Пўлатларда фосфор ва олтингургурт кўп миқдорда бўлиши айниқса номақбулдир: фосфор пўлатни синувчан қилиб қўяди, олтингургурт эса қизиган пўлатга механик ишлов беришда дарзлар ҳосил бўлишига сабаб бўлади. Бу қўшимчаларни йўқотиш учун суюқланган чўянга оҳак қўшилади. Фосфор (V)- оксид P_2O_5 оҳак билан $Ca_3(PO_4)_2 \cdot 2CaO$ таркибли томас шлак ҳосил қилади:

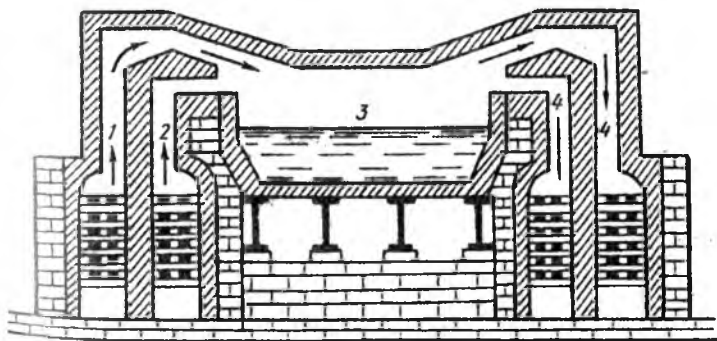


Олтингургуртни йўқотиш жараёнини ушбу тенглама билан ифодалаш мумкин:



Томас шлакдан фосфорли ўғит сифатида фойдаланилади.

Чўянни қайта ишлаб пўлатга айлантиришнинг асосий усуллари мартен усули билан электротермик усулдир. Мартен усулида жараён *алангали регенератив мартен печлари* (14.2- расм) дейиладиган махсус печларда олиб борилади. Печнинг суюқлантириш ваннасига чўян, шунингдек темир-терсак, тоза руда (уларнинг таркибида кислород бўлади) ва оҳак (флюс) солинади. Печь газ билан иситилади, у юкланган ванна тепасида ёнади. Печдаги температура



14.2- расм. Чўянни пўлатга айлантириладиган мартен печи:

1 — газ; 2 — ҳаво; 3 — чўян; 4 — ёниш маҳсулотлари.

1800°C га етади. Шихта суюқланади ва чўяндаги углерод ҳамда қўшимчалар печга ёнувчи газлар билан кираётган ҳаводаги кислород, шунингдек, темир-терсак ва рудадаги кислород ҳисобига оксидланади. Пўлат олишнинг мартен усулида кислород пуфлаш жараёни жуда жадаллаштиради: печларнинг унумдорлиги ортади, ёқилғи сарфи камаяди, чиқадиган пўлат миқдори кўпаяди ва унинг сифати яхшиланади.

Мартен печида легирланган пўлатлар олиш осон. Бунинг учун суюқланиш тугашидан олдин зарурий металл ва қотишмалар қўшиш керак.

Лекин легирланган пўлатлар одатда махсус электр печларда 3000°C дан юқори температурада суюқлантириб олинади. Бу электротермик усул бўлиб, таркибида қийин суюқландиган металллар — молибден, вольфрам ва б. бор пўлатлар олиш учун қўлланилади.

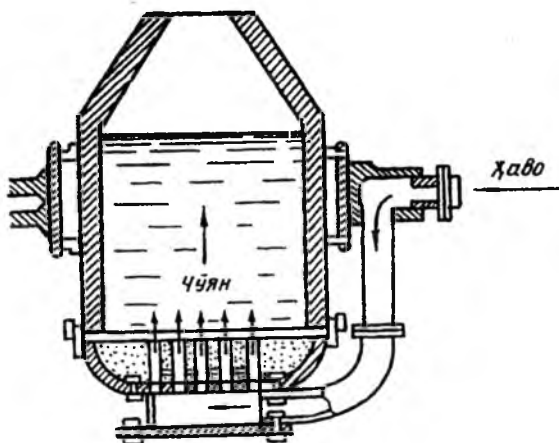
Мартен усули билан 85% гача пўлатлар ишлаб чиқарилади. Бу усул билан бир қаторда бессемер ва томас усуллари ҳам қўлланилади.

Бессемер усулида суюқланган чўян махсус конвертерга (14.3- расм) — ички томонига ўтга чидамли материал қопланган (футеровка қилинган) ноксимон пўлат идишга қуйилади. Идиш айлана олади. Конвертер орқали ҳаво пуфланади. Бунда қўшимчалар ёнади (оксидланади). Ҳосил бўладиган марганец ва темир оксидлари конвертер ички қопламаси билан реакцияга киришади. Лекин бу усулда чўянни қайта ишлашда ундаги олтингутурт ва фосфорнинг миқдори камаймайди, бу усулнинг камчилиги ана шудир.

Томас усули фосфорга бой темир рудаларидан чўян суюқлантириб олишда қўлланилади. Бу усулнинг бессемер усулидан асосий фарқи шундаки, конвертернинг ички қопламаси доломит массадан тайёрланади, конвертерга эса фосфорнинг ёниши натижасида ҳосил бўладиган фосфор (V)- оксидни боғлаш учун оҳак қўшилади. Бунда олинadиган шлак томас шлак дейилади ва таркибида 20% га яқин F_2O_3 бўлади. Пўлат олиш барча усулларининг хизми бир хил.

Оддий модда сифатидаги тоза темирни темир оксидини қиздириб туриб водород билан қайтариш, шунингдек темир тузлари эритмаларини электролиз қилиш йўли билан олиш мумкин.

Чўян, пўлат ва темир — қора металллар — халқ хўжа-



14.3- раем. Чўяндан пулат қуйиб олин-
диган конвертер.

дигида жуда катта аҳамиятга эга. У индустрлаштиришнинг асоси, қишлоқ хўжалигини ривожлантириш ва мамлакат-нинг муҳофаа қувватини оширишнинг асосидир.

14.10- §. Намунавий масалалар ечиш

Металл ва қотишмалар

1- масала. Темирнинг масса улуши 96% ли 200 кг қотишма олиш учун таркибида темир (III)- оксид (масса улуши 78%, қолганлари — бегона аралашмалар) бор қизил темиртошдан қанча керак бўлади?

Ечиш. 200 кг темир қотишмасини олиш учун қуйида-гича соф темир керак:

$$\frac{200 \cdot 96}{100} \text{ кг} = 192 \text{ кг}$$

Темир (III)- оксиднинг формуласи Fe_2O_3 дан кўриниб туриптики, 1 кмоль оксиддан 2 кмоль темир атомлари олиш мумкин. Шунинг учун шундай ёзиш мумкин: $2 \cdot 56 \text{ кг} = 112 \text{ кг Fe}$ олиш учун $1 \cdot 160 \text{ кг} = 160 \text{ кг Fe}_2\text{O}_3$ керак:

$$\begin{array}{l} 112 \text{ кг Fe} \text{ — } 160 \text{ кг Fe}_2\text{O}_3 \\ 192 \text{ кг Fe} \text{ — } x \text{ " Fe}_2\text{O}_3 \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $112 : 160 = 192 : x$, бундан

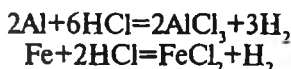
$$x = \frac{192 \cdot 160}{112} \text{ кг} = 274,3 \text{ кг оксид } \text{Fe}_2\text{O}_3.$$

Қизил темиртошда оксиднинг масса улуши 78% эканлигини эътиборга олиб, руданинг зарурий массасини топамиз.

$$\frac{274,3 \cdot 100}{78} \text{ кг} = 351,7 \text{ кг}$$

2- масала. Алюминий билан темирнинг 11,0 г аралашмаси хлорид кислотада эритилди. Йиғилган водороднинг ҳажми нормал шароитда 8,96 л га тенг бўлди. Металлар аралашмасининг масса улушлардаги таркибини аниқланг.

Ечиш. Реакцияларнинг тенгламаларини тузамиз:



Аралашмадаги алюминийнинг массаси x г бўлсин, у ҳолда темирнинг массаси $(11 - x)$ г. Реакция (а) да ажралиб чиққан водороднинг ҳажми u бўлсин, у ҳолда (б) реакцияда ажралиб чиққан водороднинг ҳажми $(8,96 - u)$ л бўлади.

Атомлар темирнинг (56 г/моль) ва алюминийнинг моляр массасини (27 г/моль) ҳамда газларнинг нормал шароитдаги моляр ҳажмини (22,4 л/моль) билган ҳолда (а) ва (б) реакцияларнинг тенгламалари асосида пропорциялар тузамиз:

$$\frac{2 \cdot 27}{x} = \frac{3 \cdot 22,4}{u} \quad (\theta) \qquad \frac{56}{11-x} = \frac{22,4}{8,96-u} \quad (z)$$

(θ) ва (z) тенгламалар системасини ечамиз ва $x=5,4$ эканлигини топамиз. Демак, аралашмада 5,4 г алюминий бор, бу эса қуйидагича бўлади.

$$\frac{5,4 \cdot 100}{11,0} = 49,1\%$$

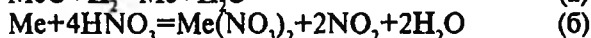
Аралашмада $11,0 - 5,4 = 5,6$ г темир бор, бу қуйидагича бўлади:

$$\frac{5,6 \cdot 100}{11,0} = 50,9\%$$

3- масала. Оксидланиш даражаси +2 бўлган металлнинг 40 г оксиди водород билан қайтарилди. Олинган металлнинг тулиқ эритиш учун 210 г 60% ли нитрат кислота керак бўлди, бу кислота азот (IV)- оксидга қадар қайтарилди.

Металлнинг нисбий атом массасини аниқланг ва унинг номини айтинг.

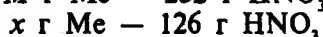
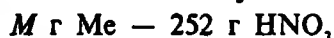
Ечиш. Номаълум металлни Me символи билан, унинг моляр массасини — M г/моль билан, оксид қайтарилиши натижасида ҳосил бўлган металлнинг массасини эса x г билан белгилаймиз. Металл оксидининг формуласи MeO бўлади. Содир бўладиган реакцияларнинг тенгламаларини ёзамиз:



Реакцияга сарф бўлган нитрат кислотанинг (100% ли) массасини аниқлаймиз:

$$\frac{210 \cdot 60}{100} = 126 \text{ г} \cdot HNO_3$$

HNO_3 нинг моляр массаси 63 г/моль га тенг, демак, (б) тенглама асосида шундай ёзиш мумкин: $1 \cdot M$ г Me ни эритиш учун $4 \cdot 63 \text{ г} = 252 \text{ г} HNO_3$ керак:

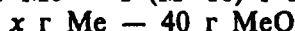


Пропорция тузамиз: $M : 252 = x : 42$, яъни

$$252x = 126 M$$

$$2x = M$$

MeO оксиднинг моляр массаси $(M+16)$ г/моль га тенг. (а) тенглама асосида шундай ёзамиз: $1 \cdot M \text{ г} = M \text{ г Me}$ олиш учун $1 (M+16) \text{ г} MeO$ керак:



Пропорция тузамиз: $M : (M+16) = x : 40$, бундан

$$(M+16)x = 40 M$$

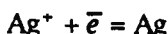
(в) ва (г) тенгламалар системасини ечиб, $M=64$ г/моль экандигини топамиз, демак, элементнинг нисбий атом массаси 64 га тенг. Бу элемент — мис.

Стандарт электрод потенциаллар қатори

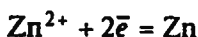
1- масала. Куйидаги тузлар аралашмасининг сувдаги эритмаси электролиз қилинганда катодда қандай моддалар

ва қайси тартибда ажралиб чиқади: KNO_3 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ва AgNO_3 ?

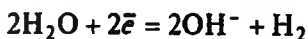
Ечиш. Электрод потенциали энг мусбат бўлган металл ионлари катодда энг осон қайтарилади. 12.1- жадвалда қуйидагиларни аниқлаймиз: $E^0_{\text{K}^+/\text{K}} = -2,92 \text{ В}$, $E^0_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,76 \text{ В}$; $E^0_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = +0,80 \text{ В}$. Демак, катодда биринчи навбатда кумуш ионлари қайтарилади ва кумуш метали ажралиб чиқади:



ундан кейин рух ионлари қайтарилади ва рух металини ҳосил қилади:

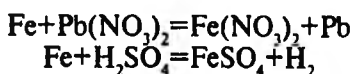


Калий ионлари сувдаги эритмада қайтариб бўлмайдиган катионлар қаторига киради. Шу сабабли катодда кумуш ва рух ионлари қайтарилгандан кейин сув молекулалари қайтарилади ва гидроксид ионлари ҳамда молекуляр водород ҳосил бўлади:



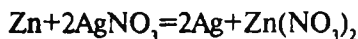
2- масала. Темир қуйидагиларнинг сувдаги эритмалари билан реакцияга киришадими: 1 М кўрғошин (II)- нитрат, 1 М сульфат кислота, 1 М калий хлорид (5.1- § га қ.)?

Ечиш. Темир электроднинг стандарт электрод потенциали $E^0_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,44 \text{ В}$ (12.1-жадвалга қ.), бу эса калий электроднинг стандарт электрод потенциалидан ($E^0_{\text{K}^+/\text{K}} = -2,92 \text{ В}$) катта ва кўрғошин ($E^0_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = -0,13 \text{ В}$) ҳамда водород ($E^0_{2\text{H}^+/\text{H}_2} = 0 \text{ В}$) электродларнинг электрод потенциаллари дан кичик. Демак, темир калий хлорид эритмаси билан реакцияга киришмайди, лекин кўрғошин (II)- нитрат ва сульфат кислоталарнинг эритмалари билан реакцияга киришади:



3- масала. Массаси 20 г бўлган рух пластинка кумуш нитратнинг 340 г 2% ли эритмасига ботирилди. Реакция тугагандан кейин пластинканинг массаси қанча бўлади?

Ечиш. 12.1- жадвалга асосан рух кумуш тузи эритмасида кумушнинг ўрнини олиши мумкин ($E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0,76 \text{ В}$, $E^0_{Ag^+/Ag} = +0,80 \text{ В}$):



340 г 2% ли эритмада қуйидагича туз бўлади:

$$\frac{340 \cdot 2}{100} \text{ г} = 6,8 \text{ г } AgNO_3$$

Кумуш нитрат билан рух атомларининг моляр массалари тегишлича 170 ва 65 г/моль га тенг. $2 \cdot 170 \text{ г} = 340 \text{ г } AgNO_3$ билан реакцияга киритиш учун $1 \cdot 65 \text{ г} = 65 \text{ г } Zn$ керак бўлади:

$$\begin{array}{l} 340 \text{ г } AgNO_3 - 65 \text{ г } Zn \\ 6,8 \text{ г } AgNO_3 - x \text{ г } Zn \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $340 : 65 = 6,8 : x$, бундан

$$x = \frac{6,8 \cdot 65}{340} \text{ г} = 1,3 \text{ г},$$

яъни рух ортиқча миқдорда олинган ва унинг 1,3 грами ионлар ҳолида эритмага ўтади.

Энди реакцияда неча грамм кумуш ажралиб чиқишини ва рух пластинкага ўтиришини аниқлаймиз. Кумуш атомларининг моляр массаси 108 г/моль га тенг. $2 \cdot 170 \text{ г} = 340 \text{ г } AgNO_3$ дан 2 108 г кумуш олиш мумкин:

$$\begin{array}{l} 340 \text{ г } AgNO_3 - 216 \text{ г } Ag \\ 6,8 \text{ г } AgNO_3 - y \text{ г } Ag \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $340 : 216 = 6,8 : y$ ва қуйидагини топамиз:

$$y = \frac{6,8 \cdot 216}{340} \text{ г} = 4,0 \text{ г кумуш}$$

Шундай қилиб, реакция тугагандан (яъни барча кумушнинг ўрнини рух олганидан) кейин пластинканинг массаси қуйидагича бўлади:

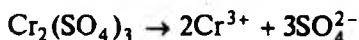
$$(20 - 1,3 + 4,0) \text{ г} = 22,7 \text{ г}.$$

14- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УЛАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

14.1. Хром (III) сульфат эритмасидаги модда концентрацияси 0,1 моль/л бўлса, эритмадаги барча ионлар сони қанча бўлади?

- А) $2,4 \cdot 10^{23}$ В) $1,8 \cdot 10^{23}$ С) $6 \cdot 10^{22}$ Д) $3 \cdot 10^{22}$
Е) $9,03 \cdot 10^{22}$

Ечиш: Гидролиз жараёнини ҳисобга олмаган ҳолда модданинг диссоциланиш тенгламаси



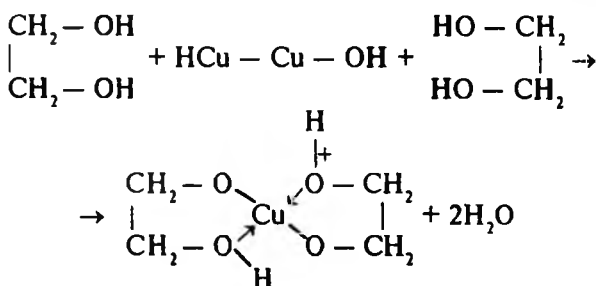
бўлиб, туз концентрацияси 0,1 моль/л эди. Ҳосил бўлган ионлар миқдори 5 та бўлиб, умумий концентрацияси эса $5 \cdot 0,1 = 0,5$ моль/л, заррачалар сони эса $N_{\text{ион}} = 0,5 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 3 \cdot 10^{23}$ та бўлади.

Жавоб: Д бўлади.

14.2. Мис (II) гидроксидни қуйидаги моддаларнинг қайси бири билан реакцияси натижасида сувда эрийдиган маҳсулот ҳосил бўлади ва реакцияда ҳосил бўлган маҳсулот массаси бошланғич спиртнинг массасидан 1,5 марта оғир бўлади?

- А) этанол В) пропилгликол-1,3 С) глицерин
Д) бутандиол-1,4 Е) этиленгликол

Ечиш: Сувда ёмон эрийдиган мис (II) гидроксид икки ёки уч атомли спиртлар билан реакцияси натижасида сувда яхши эрийдиган хлор тузилишига эга бўлган равшан қўрангли мис (II) дигликолятни ҳосил қилади:



Мис (II) дигликолят

Тестдаги масса ўзгаришини қуйидаги оддий ҳисобдан топшишимиз мумкин:

$m(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 64 + 34 = 98$ г, 2 моль гликол массаси гликол-нинг нисбий моляр массаси $M[\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2] = 28 + 34 = 62$ дан $m(\text{гликол}) = 2 \cdot 62 = 124$ г ҳосил бўлган сув массаси $m(\text{сув}) = 2 \cdot 18 = 36$ г. Мис (III) гликолнинг моляр массаси (маҳсулот) $= 98 + 124 - 36 = 186$ г. Маҳсулот ва гликол массалар нисбати эса m (гликолят): m (гликол) $= 186 : 124 = 1,5$ бўлади.

Жавоб: Е бўлади.

14.3. Массаси 15,8 г бўлган калий перманганатнинг термик парчаланиши натижасида қолдиқ массаси 15,0 г бўлган. Реакция натижасида қанча миқдорда газ маҳсулот олинганини, қолдиқ таркибида қанча бошланғич модда қолганини топинг. Газ миқдори:

1) 0,05; 2) 0,075; 3) 0,1; 4) 0,00253;

Бошланғич модда миқдори:

5) 0,25; 6) 0,05; 7) 0,095.

А) 3; 7 В) 2; 5 С) 4; 7 Д) 2; 6 Е) 3; 5

Ечиш: Термик парчаланиш тенгламаси:



Берилган калий перманганатнинг 0,8 г масса миқдори парчаланган. Бу массадаги KMnO_4 нинг миқдори

$n(\text{KMnO}_4) = \frac{m}{M} = \frac{0,8}{158} = 5,06 \cdot 10^{-3}$ моль экан. Юқорида келтирил-

ган тенгламага биноан ҳосил бўладиган кислород миқдори тенглама бўйича шу миқдорнинг ярмига тенг бўлади $K(\text{O}_2) = 5,06 \cdot 10^{-3} : 2 = 2,53 \cdot 10^{-3}$ моль. Реакция учун олинган

тузнинг миқдори $n_1(\text{KMnO}_4) = \frac{15,8}{158} = 0,1$ моль бўлиб, реак-

циядан кейинги миқдори эса $n_2(\text{KMnO}_4) = \frac{15}{158} = 0,095$ моль бўлади.

Жавоб: С бўлади.

14.4. Таркиби $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_3$ бўлган минералнинг концентранланган нитрат кислотаси таъсирида оксидланиш реакция тенгламасидаги коэффициентларни йиғиндисини топинг.

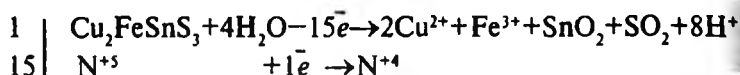
А) 55 В) 49 С) 53 Д) 54 Е) 56

Ечиш: Реакция тенгламасини тузамиз:

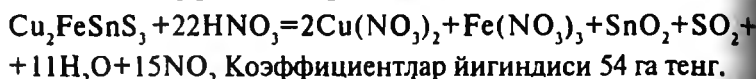


Бошланғич модда таркибидаги элементларнинг оксидланиш даражасини аниқлаб ўтирмасдан қуйидагича молекуляр ионли силжиш схемесини тузамиз:

Тегишли коэффициентларни қўйиб чиқамиз:



Тегишли коэффициентларни қўйиб чиқамиз:



Жавоб: Д. бўлади.

14.5. Калий бихроматнинг сульфат кислотали муҳитда водород пероксид билан реакциясида оксидловчининг ҳар бир эквиваленти ҳисобига неча литр газ маҳсулот ҳосил бўлади? Оксидловчининг эквивалентини ҳисобланг.

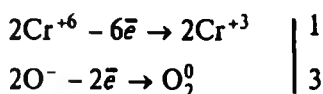
А) 44,8 ва 98 В) 67,2 ва 49 С) 56 ва 72

Д) 33,6 ва 48 Е) 56 ва 89,6

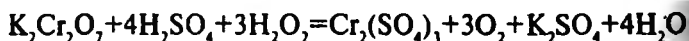
Ечиш: Кислотали шароитда қайтарилиш реакция тенгламаси



электрон силжиш схемаси



Коэффициентларни қўйиб тенглаштирамиз



Оксидловчининг ҳар бир моли ҳисобига $3 \cdot 22,4 = 67,2$ л кислород ҳосил бўлади.

Оксидловчининг эквиваленти унинг молекуляр массасининг берган электронлари сонига нисбатига тенг бўлади: $E(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 294 : 6 = 49$ моль эквивалент бўлади.

Жавоб: В бўлади.

III қ и с м. ОРГАНИК КИМЁ

15- Б О Б. ОРГАНИК КИМЁНИНГ АСОСИЙ ҚОИДАЛАРИ

15.1- §. Органик кимё фани

Таркибига углерод элементи кирадиган бирикмалар органик бирикмалар дейилади. Углероднинг ниҳоятда кўп бирикмалари — табиий ва синтетик бирикмалари органик бирикмалар қаторига киритилади ва уларни органик кимё ўрганади. Углероднинг энг оддий бирикмаларини — унинг оксидлари, карбонат кислота ва унинг тузлари ҳамда баъзи бошқа бирикмаларини аорганик бирикмалар қаторига киритиш қабул қилинган. Уларни аорганик кимё ўрганади (II бобнинг II қисмига қ.).

Органик бирикмалар таркибида углероддан ташқари кўпинча водород, кислород, азот, баъзан — олтингугурт, фосфор, галогенлар ва айрим металлар (алоҳида-алоҳида ёки турли хил комбинациялар) бўлади.

Органик кимё — кимёнинг катта ва мустақил бўлими бўлиб, унинг мавзу баҳси углерод бирикмаларининг кимёсидир: бу фан уларнинг тузилиши, хоссалари, оддиниш усуллари, амалда фойдаланиш имкониятларини ўрганади. Аорганик ва органик кимё орасига амалда қатъий чегара қўйиб бўлмайди.

Органик кимё мустақил фан сифатида XIX асрнинг бошларида ажралиб чиқди. Бунда жуда кўп сонли органик моддаларнинг, асосан ўсимликлардан ва ҳайвон организмларидан ажратиб олинадиган моддаларнинг кашф этилиши ва текширилиши сабаб бўлди. XIX асрнинг биринчи ярмида органик моддалар биринчи марта синтетик йўл билан олинди.

Органик кимё одам ҳаётида ва амалий фаолиятида катта роль ўйнайди. Шу ерда органик моддалар ишлаб чиқарадиган ёки органик хом ашёни қайта ишлайдиган саноатнинг энг муҳим тармоқларини таъкидлаб ўтамыз: каучук, смолалар, резина, пластмассалар, толалар ишлаб чиқариш, нефть-кимё саноати, озиқ-овқат, фармацевтика, лок-бўёқ аноатлари ва б. Синтетик юқори молекуляр моддалар —

полимерлар ишлаб чиқариш бизнинг асримизда ниҳоятда катта аҳамият касб этди.

15.2- §. Органик бирикмаларнинг ўзига хос хусусиятлари

Органик бирикмалардан фарқ қилиб, органик моддаларнинг бир қатор ўзига хос хусусиятлари бор. Аввало углерод атомларининг бир-бири билан бирикиб, занжир ва ҳалқалар ҳосил қилиш хусусиятини айтиб ўтиш лозим, бу хусусият анорганик бирикмаларга унчалик хос эмас. Бу органик бирикмаларнинг турли-туманлилик сабабларидан биридир.

Органик молекулаларда атомлар орасида боғланиш ковалент бўлади. Шу сабабли органик моддалар, одатда, нозлектродитлар ҳисобланади.

Агар ионли (анорганик) бирикмалар сувда ионларга осон диссоциланидиган ва улар орасидаги реакциялар анча тез борадиган бўлса, молекуласида оддий (бирламчи) $C - C$ ва $C - H$ боғланишлар бор органик моддалар бир-бири билан жуда қийин реакцияга киришади ёки умуман реакцияга киришмайди.

Органик бирикмалар $400-600^{\circ}C$ чегарасида қиздирилганда тўдиқ парчаланади ёки кўмирга айланади, кислород иштирокида эса ёнади. Бунга сабаб углерод атомлари орасидаги боғланишнинг пухталиги унчалик катта эмаслигидир ($355,6 \text{ кЖ/моль}$).

Органик бирикмаларнинг ўзига хос муҳим хусусияти улар орасида изомерия ҳодисасининг (15.3- §. га қ.) кенг тарқалганлигидир.

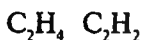
Углерод атомининг ўзига хос хусусиятлари унинг тузилиши билан тушунтирилади: унинг тўртта валент электрон бор. Углерод атомлари бошқа атомлар билан, шунингдек, бир-бири билан умумий электрон жуфтлар ҳосил қилади. Бунда ҳар қайси углерод атомининг ташқи поғонасида саккизта электрон (октет) бўлади, улардан тўрттаси бир вақтнинг ўзида бошқа атомларга ҳам тааллуқли бўлади.

Органик кимёда одатда структура формулалардан фойдаланилади, чунки атомлар молекулада фазовий жойлашган бўлади. Структура формулалари — бу органик кимёнинг тилидир.

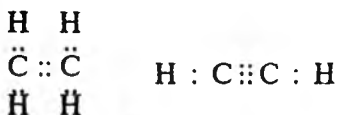
Структура формулаларда ковалент боғланиш чизиқча билан белгиланади (3.10- §. га қ.). Анорганик моддаларнинг структура формулаларидаги каби ҳар қайси чизиқча молекулада атомларни бир-бири билан боғлайдиган умумий элек-

трон жуфтни билдиради. Эмпирик ва электрон формулалардан ҳам фойдаланилади. Бундай формулалар 3.8- § да сув, аммиак ва метан молекулалари учун тасвирланган. Этилен билан ацетиленнинг ана шундай формулаларини ёзамиз:

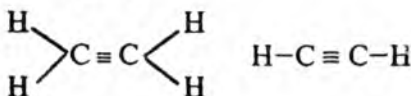
Эмпирик формулалар



Электрон формулалар:



Структура формулалар:



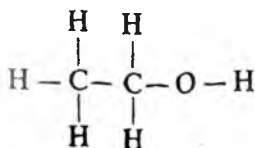
3.10-§ да таъкидлаб ўтилганидек, органик кимёда оксидланиш даражаси тушунчаси ўрнига валентлик тушунчаси қўлланилади. Углерод атомининг қўзғалган ҳолатдаги валентлиги дсимо тўртга тенг; у тўртта ковалент боғланиш ҳосил қилади.

15.3- §. Изомерия

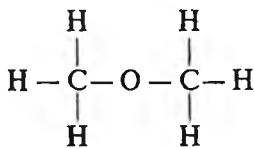
Органик моддаларнинг хоссалари фақат уларнинг таркибигагина эмас, балки молекулада атомларнинг ўзаро бирикиш тартибига ҳам боғлиқ. Масалан, этил спирт (вино спирти)-билан диметил эфирнинг таркиби битта эмпирик формула $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ билан ифодаланади, лекин уларнинг хоссалари турлича: этил спирт — қайнаш температураси $78,3^\circ\text{C}$ бўлган суюқлик, диметил эфир эса — $23,6^\circ\text{C}$ да суюқликка айланадиган газ.

Таркиби ва молекуляр массаси бир хил, лекин молекулаларининг тузилиши ҳар хил, шу сабабли хоссалари ҳам турлича бўлган моддалар изомерлар дейилади.

Келтирилган мисолда этил спирт билан диметил эфир — изомерлар. Уларнинг структура формулалари қуйидагича бўлади:

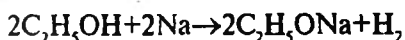


этил спирт



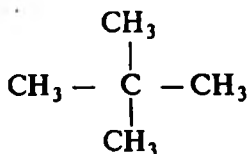
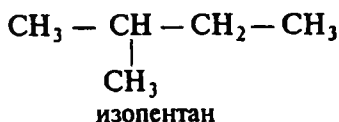
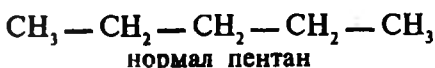
диметил эфир

Этил спирт молекуласида водороднинг битта атоми углерод билан кислород орқали боғланган (кутбли ковалент боғланиш), шу сабабли водороднинг бу атоми углерод билан боғланган бошқа водород атомларига нисбатан ҳаракатчан бўлади. Диметил эфир молекуласида водороднинг ҳамма атомлари углерод атомлари билан бир хилда боғланган (ковалент боғланиш). Бу моддаларнинг натрий металига турлича таъсири ҳам молекулаларнинг ҳар хил тузилганлиги билан изоҳланади. Этил спирт натрий билан қуйидаги тенгламага кўра реакцияга киришади:



Диметил эфир натрий билан реакцияга киришмайди.

Пентан C_5H_{12} углеводородининг учта изомери бўлиши мумкин: 1) биринчисида углероднинг барча атомлари занжир ҳолида боғланган ва занжир ўртасидаги ҳар қайси углерод атоми фақат иккита қўшни С атомлари билан бириккан; 2) иккинчисида ўртадаги углерод атоми бир вақтнинг ўзида учта С атомлари билан боғланган, натижада занжир тармоқланган; 3) учинчисида ўртадаги углерод атоми бирданига тўртта С атомлари билан бириккан. Изомерларнинг структура формуллари:

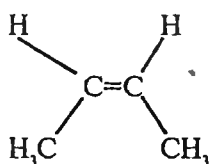


тетраметилметан

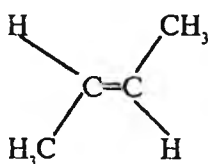
Молекулада углерод атомларининг сони ортиши билан изомерлар сони кескин кўпаяди. Масалан, бутан C_4H_{10} нинг 2 та изомери бор, C_5H_{12} да — 3 та, C_6H_{14} да — 5 та, C_7H_{16} — 9 та, $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ да — 75 та, $\text{C}_{13}\text{H}_{28}$ да — 802 та, $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ да 366 319 та изомер бўлиши мумкин ва ҳ. Бу изомерлар

нинг бир қисмигина олинган. Лекин олинадиган изомерларнинг тузилишини олдиндан айтиш мумкин.

Изомериянинг юқорида кўрсатилган барча ҳоллари *структура изомерияси* қаторига киради. Ундан ташқари *фазовий изомерия* ҳам бўлиши мумкин, у молекула алоҳида қисмларининг фазода турлича жойлашуви натижасида вужудга келади. Масалан, қўшбоғли бирикмалар молекулаларида шу боғланиш орқали боғланган углерод атомлари бор жой ясси тузилган бўлади. Шу углерод атоми билан боғланган метил группалар шу текисликнинг бир томонида ёки иккала томонида бўлиши мумкин:



цис-бутен-2
(ўринбосарлар ясси
молекуланинг бир
томонида)



транс-бутен-2
(ўринбосарлар ясси
молекуланинг
иккала томонида)

Фазовий изомерия ҳам изомерлар хоссаларининг турлича бўлишига олиб келади.

15.4-§. А. М. Бутлеровнинг органик бирикмаларнинг кимёвий тузилиш назарияси

Ўтган асрнинг 60- йилларида рус олими А. М. Бутлеров томонидан органик бирикмаларнинг кимёвий тузилиш назариясининг яратилиши органик кимёнинг ривожланишида йирик воқеа бўлди. Бу назария органик кимёга илмий асос солди ва унинг энг муҳим қонуниятларини тушунтириб берди. А. М. Бутлеров ўзи яратган назариянинг асосий принципларини 1861 йил 19 сентябрда Шпейерда бўлиб ўтган табиатшунослар ва врачларнинг Халқаро съездида «Кимёвий тузилиш назарияси ҳақида» деган маърузасида баён қилиб берди. Бу назарияни кейинчалик олимнинг ўзи ва унинг шогирдлари муваффақиятли ривожлантирдилар.

Тузилиш назариясининг асосий қоидалари қуйидагилардан иборат.

1. Молекулада атомлар бир-бири билан валентликларига мувофиқ ҳолда муайян кетма-кетликда бириккан. Атомларнинг боғланиш тартиби кимёвий тузилиш дейилади.

2. Моддаларнинг хоссалари унинг молекуласининг таркибига қандай атомлар ва қанча миқдорда киришигага эмас, балки улар бир-бири билан қайси тартибда бирикканлигига, яъни молекуланинг кимёвий тузилишига ҳам боғлиқ.

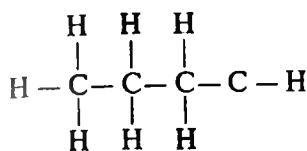
3. Молекулани ҳосил қилган атомлар ёки атом гуруҳлари бир-бирига таъсир этади, молекуланинг реакция киришиш хусусияти ана шу таъсирга ҳам боғлиқ бўлади.

Бу қоидаларни тушунтириб чиқамиз. А. М. Бутлеров қадар молекулаларнинг тузилишини, яъни атомлар орасидаги кимёвий боғланиш тартибини тушуниб бўлмайди, деб ҳисобланар эди. Кўпчилик олимлар ҳатто молекулада атомлар реал мавжудлигини ҳам инкор қилар эдилар. А. М. Бутлеров бу фикрнинг нотўғрилигини исбот қилди. У атом ва молекулаларнинг реал мавжудлиги, молекуладаги атомларнинг кимёвий тузилишини билиш мумкинлиги ҳақидаги тўғри материалистик ва фалсафий тасаввурларга асосланди. У моддаларнинг кимёвий ўзгаришларини ўрганиш орқали молекуланинг тузилишини тажриба йўли билан аниқлаш мумкинлигини кўрсатиб берди. Аксинча, молекуланинг тузилишини билган ҳолда бирикманинг кимёвий хоссаларини айтиб бериш мумкин.

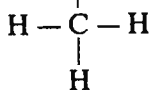
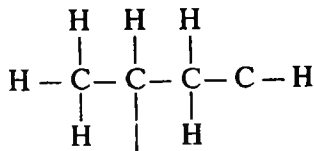
Кимёвий тузилиш назарияси углерод элементининг ўзининг хос хусусиятларини ҳисобга олади (15.2-§ га қ.). Органик бирикмаларнинг тузилишини ўрганиш бизнинг давримизда ҳам органик кимёнинг асосий вазифаси бўлиб қолади. Бунинг учун кимёвий усуллар билан бир қаторда текширишнинг спектроскопия, ядро магнит резонанси, масс-спектрометрия, диполларнинг электр моментларини аниқлаш, рентгено ва электронография каби физикавий усуллари ҳам кенг қўлланилади.

Изомерларнинг мавжудлиги (15.3- § га қ.) органик бирикмалар тузилиш назариясининг асосий қоидаларидан келиб чиқади. Тузилиш назарияси асосида бутаннинг иккита изомери борлигини олдиндан айтганлиги (бутендан бошлаб қолган углеводородларда молекулаларда атомларнинг бирикиш тартиби турлича бўлиши мумкин) А. М. Бутлеровнинг катта ютуғи бўлди. 1867 йилда А. М. Бутлеров ўзи олдиндан айтган изомерни синтез қилди, бу эса тузилиш

назариясининг тўғрилигининг ажойиб исботи бўлди. Бу изомер изобутан эди, у нормал бутандан молекуласининг тузилиши билан фарқ қилади, лекин иккаласининг эмпирик формуласи бир хил C_4H_{10} :

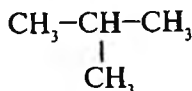
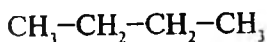


n-бутан



изобутан

ёки қисқартирилган ҳолда:



Шундай қилиб, кимёвий тузилиш назарияси органик бирикмаларнинг турли-туманлик сабабларини тушунтириб беради. Бу тўрт валентли углерод атомининг занжир ва ҳаёт тар ҳосил қила олиш, бошқа элементларнинг атом-лари билан бирикиш хусусияти борлиги, шунингдек, изо-мерия мавжудлиги туфайлидир.

Кимёвий тузилиш назариясида молекулада атомларнинг ватом группаларининг бир-бирига таъсирига катта эътибор берилди. Бу ҳол исталган модданинг (органик ёки аноорганик) молекуласида бор. Буни қуйидаги бирикмалар мисолида тушунтирамиз: NaOH , $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, $\text{NO}_2 - \text{OH}$ (нитрат кислота), $\text{SO}_3(\text{OH})_2$ (сульфат кислота). Уларнинг ҳаммасининг моле-

* Тўғри углевод занжирли бирикмаларни нормал, тармоқланган занжирлиларини — изобирикмалар дейиш қабул қилинган. Мисолимизда: биринчи бутан — нормал тузилишли (н-бутан), иккинчи бутан — изотузилишли (изобутан).

куласида гидроксил группа (гидроксо ёки оксигруппа) OH бор. Шунга қарамай, сувдаги эритмада моддаларнинг ҳоссалари бирин-кетин ўзгариб боради: NaOH — кучли асос, $\text{Al}(\text{OH})_3$ — амфотер гидроксид, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ — амалда нейтрал модда, нитрат ва сульфат кислоталар H^+ ионларини ҳосил қилади. OH группа кимёвий хусусиятининг турлича эканлигининг сабаби у билан боғланган атомлар ҳамда группаларнинг таъсири туфайлидир. Марказий атомнинг металлмаслик хусусияти ортиши билан асос туридаги диссоциланиш сусаяди ва кислота туридаги диссоциланиш кучаяди (Na , Al , C_2H_5 , NO_2 , SO_2 қаторда) (17.4- § га қ.).

Бир-бири билан бевосита боғланмаган атомлар ҳам бири-бирига таъсир этиши мумкин. Масалан, хлорнинг хлорэтанда $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Cl}$ ва хлорэтиленда $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$ реакцияга киришиш хусусиятининг турличалиги хлор атомига этил (CH_3-CH_2-) ва винил ($\text{CH}_2=\text{CH}-$) группаларининг турлича таъсир этиши сабаблидир. Хлорэтан молекуласида хлор реакцияга жуда киришувчан, хлорэтилен молекуласида эса инерт. Молекулада атомларнинг бир-бирига таъсир этиш қонуниятларини аниқлашда А. М. Бутлеровнинг шогирди В. В. Марковниковнинг хизматлари каттадир.

Ҳозирги нуқтаи назардан тузилиш назариясининг асосий қоидаларига қисман тузатиш киритиш — фазовий ва электрон тузилиш ҳақидаги фикрларни қўшиш керак. У ҳолда тузилиш назариясининг асосий қоидаларининг 2- пунктида органик бирикмаларнинг ҳоссалари улар молекулаларининг таркиби, шунингдек уларнинг кимёвий, фазовий ва электрон тузилиши билан аниқланади, деб таъкидлаш лозим.

А. М. Бутлеровнинг кимёвий тузилиш назарияси органик кимё назарий асосининг энг муҳим қисми ҳисобланади. Аҳамияти жиҳатдан уни Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системаси билан бир қаторга қўйиш мумкин. Даврий система сингари бу назария ҳам жуда кўп амалий материални тартибга солишга, янги моддалар мавжудлигини олдиндан айтишга, шунингдек, уларнинг олиниш йўллари кўрсатишга имкон берди. Бу эса органик синтезнинг мисли кўрилмаган даражада муваффақиятини таъминлади. Ҳозирги вақтда ҳам кимёвий тузилиш назарияси органик кимёга доир барча тадқиқотларда йўл кўрсатувчи асос бўлиб хизмат қилмоқда.

15.5- §. Органик бирикмаларнинг гомологик қаторлари

Турли-туман органик бирикмалар орасидан моддаларнинг кимёвий хоссалари жиҳатидан ўхшаш ва бир-биридан CH_2 гурппага фарқ қиладиган гурппаларини ажратиш мумкин.

Кимёвий хоссалари жиҳатидан ўхшаш, таркиби бир-биридан CH_2 гурппага фарқ қиладиган бирикмалар гомологлар дейилади. Нисбий молекуляр массаси ортиб бориши тартибида жойлаштирилган гомологлар гомологик қаторни ҳосил қилади. CH_2 гурппа гомологик фарқ дейилади.

Гомологик қаторга тўйинган углеводородлар (алканлар) қатори мисол бўла олади. Унинг энг оддий вакили — метан CH_4 . Метаннинг гомологлари қуйидагилар: этан C_2H_6 , пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} , пентан C_5H_{12} , гексан C_6H_{14} , гептан C_7H_{16} ва ғ. Кейинги ҳар қайси гомологнинг формуласини олдинги углеводороднинг формуласига гомологик фарқни қўшиш йўли билан ҳосил қилиш мумкин.

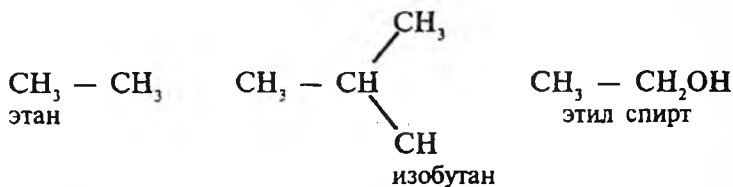
Гомологик қатор барча аъзолари молекулаларининг таркибини битта умумий формула билан ифодалаш мумкин. Тўйинган углеводородларнинг кўриб чиқилган гомологик қаторининг умумий формуласи $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ бўлади, бунда n — углевод атомларининг сони.

Гомологик қаторларни органик бирикмаларнинг барча синфлари учун тузиш мумкин. Гомологик қатор битта аъзосининг хоссаларини билган ҳолда шу қатор бошқа аъзоларининг хоссалари ҳақида худоса чиқариш мумкин. Бу органик кимёни ўрганишда гомология тушунчасининг муҳимлигини кўрсатади.

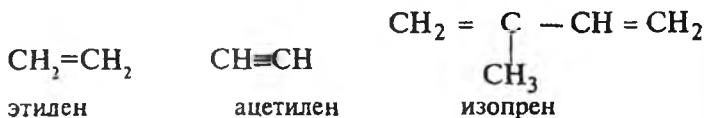
15.6- §. Органик бирикмаларнинг классификацияси

Барча органик бирикмаларни углевод скелетининг табиатига қараб ациклик ва циклик бирикмаларга бўлиш мумкин.

Ациклик (ноциклик, занжир кўринишидаги) бирикмалар ёғ қатори ёки алифатик бирикмалар ҳам дейилади. Бундай ном берилишига сабаб шуки, бундай турдаги бирикмаларнинг дастлабки яхши ўрганилганларидан бири табиий ёғлар эди. Ациклик бирикмалар орасида *тўйинган*, масалан:



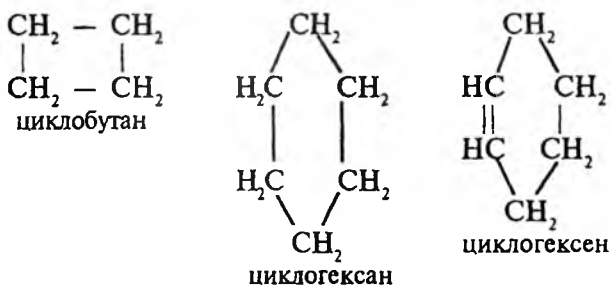
ва тўйинмаган бирикмалар бўлади, масалан:



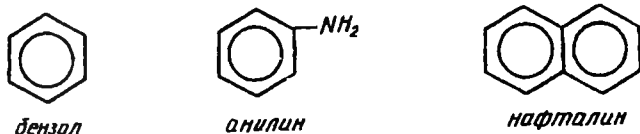
Циклик бирикмалар орасида одатда молекуласида углерод атомлари ҳалқа ҳосил қилган карбоциклик бирикмалар ва ҳалқасида углерод атомларидан ташқари бошқа элементларнинг (кислород, олтингугурт, азот ва б.) атомлари ҳам бўладиган *гетероциклик* бирикмалар бўлади.

Карбоциклик бирикмалар хоссалари жиҳатидан алифатик бирикмаларга ўхшаш бўлган *алициклик* (тўйинган ва тўйинмаган) бирикмалар билан молекуласида бензол ҳалқалари бор *ароматик* бирикмаларга бўлинади.

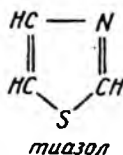
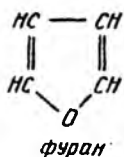
Алициклик бирикмаларга мисоллар:



ароматик бирикмалар:



гетероциклик бирикмалар:

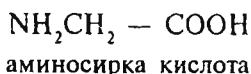
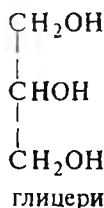


Органик бирикмаларнинг кўриб чиқилган классификациясини қисқача схема ҳолида тасвирлаш мумкин:

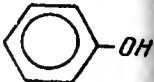
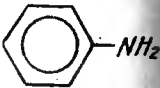


Кўпчилик органик бирикмалар таркибига углерод билан водороддан ташқари бошқа элементлар ҳам киради, улар *функционал группалар* — бирикмалар ушбу синфининг кимёвий хоссаларини белгилаб берадиган атомларнинг группалари ҳолида бўлади. Бу группаларнинг борлиги органик бирикмаларнинг юқорида кўрсатилган турларини синфларга ажратишга ва уларни ўрганишни осонлаштиришга имкон беради. Баъзи энг характерли функционал группалар ва уларга мувофиқ келадиган бирикмаларнинг синфлари 15.1-жадвалда келтирилган.

Органик бирикмаларнинг молекуласи таркибига икки-та ёки ундан кўп бир хил ёки турли хил функционал группалар кириши мумкин, масалан:



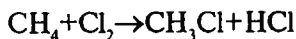
15.1- ж а д в а л. Органик бирикмаларнинг синфлари

Функционал группа	Группанинг номи	Бирикмалар синфлари	Мисол
$-\text{OH}$	Гидроксил	Спиртлар	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ этил спирт
		Феноллар	 фенол
$>\text{C}=\text{O}$	Карбонил	Альдегидлар	$\text{CH}_3-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{O} \end{smallmatrix}$ сирка альдегид
		Кетонлар	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ ацетон
$-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{OH} \end{smallmatrix}$	Карбоксил	Карбон кислоталар	$\text{CH}_3-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{OH} \end{smallmatrix}$ сирка кислота
$-\text{NO}_2$	Нитрогруппа	Нитробрик- малар	CH_3NO_2 нитрометан
$-\text{NH}_2$	Аминогруппа	Бирламчи аминлар	 анилин
$-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{NH}_2 \end{smallmatrix}$	Амидогруппа	Кислоталар- нинг амид- лари	$\text{CH}_3-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{NH}_2 \end{smallmatrix}$ сирка кисло- танинг амиди
$-\text{F}, -\text{Cl},$ $-\text{Br}, -\text{I}$	Галогенлар	Галогенли ҳосилалар	CH_3Cl метил хлорид

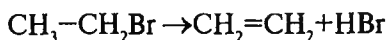
15.7- §. Органик реакцияларнинг турлари

Анорганик реакциялар каби органик реакциялар ҳам 3 асосий турга бўлинади:

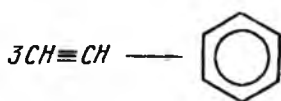
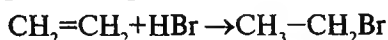
1. Ўрин олиш реакциялари, масалан:



2. Ажралиб чиқиш реакциялари, масалан:



3. Бириктириб олиш реакциялари, масалан:



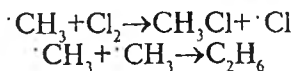
Бириктириб олиш реакцияларига полимерланиш реакциялари (16.7- §) киради. Поликонденсатланиш реакциялари (17.8- §) органик реакцияларнинг алоҳида тури ҳисобланади.

Органик реакцияларни реакцияга киришаётган молекулалардаги ковалент боғланишларнинг у з и л и ш м е х а н и з м и г а қараб ҳам синфларга ажратиш мумкин. Бундай ажратиш боғланишни узишнинг икки усулига асосланади.

1. Агар умумий электронлар жуфт атомлар орасида бўлинса, у ҳолда *радикаллар* — жуфтлашмаган электрони бор заррачалар пайдо бўлади. Боғланишнинг бундай узилиши *радикал* ёки *гомолитик* узилиш дейилади:

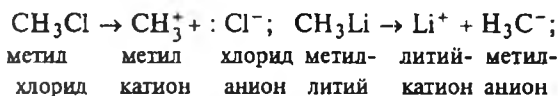


Ҳосил бўладиган радикаллар реакция системасидаги молекулалар билан ёки бир-бири билан ўзаро таъсирлашади:

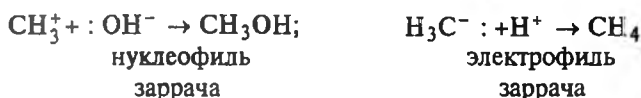


Кутбилиги камроқ бўлган боғланишлар (C—C, C—N, N—N) юқори температурада ёруғлик ёки радиоктив нурланиш таъсирида узиладиган реакциялар радикал механизми бўйича боради.

2. Агар боғланиш узилганда умумий электронлар жуфт битта атомда қолса, у ҳолда *ионлар* — катион ва анион ҳосил бўлади. Бундай механизм *ионли ёки гетеролитик* механизми дейилади. У органик катионлар ёки анионлар ҳосил бўлишига олиб келади:



Органик ионлар кейинги ўзгаришларга учрайди. Бунда катионлар *нуклеофилъ* («ядрони севадиган») заррачалар (H_2O , NH_3 , Cl^- , Br^- , I^- ҳамда бошқа кислоталарнинг анионлари ва ш. ў.) билан, органик анионлар эса — *электрофилъ* («электронларни севадиган») заррачалар (H^+ , металлларнинг катионлари, галогенлар ва б.) билан реакцияга киришади, масалан:



Ионли механизм, одатда, кутбли ковалент боғланиш (углерод — галоген, углевод — кислород ва б.) узилишида кузатилади.

Анорганик кимёдаги ионларга ўхшаш органик ион заррачаларнинг ҳам тегишлича заряди бўлади. Лекин улар орасида кескин фарқ ҳам бор: анорганик бирикмаларнинг ионлари сувдаги эритмада доимо бўлади, органик ион заррачалар эса фақат реакция вақтида пайдо бўлади. Шунинг учун кўпчилик ҳолларда эркин органик ионлар ҳақида эмас, балки жуда кутбланган молекулалар ҳақида сўз юритиш тўғрироқ бўлади.

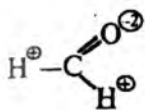
15- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УДАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

15.1. Қуйидаги бирикмаларнинг қайсиларида оксидланиш даражаси нолга тенг бўлган элементлар мавжуд?

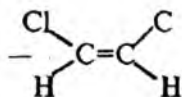
1) мой кислота; 2) чумоли альдегид; 3) *цис*-1,2-дихлорэтен; 4) ацетон; 5) симметрик дихлорэтен; 6) стирол.

А) 1, 2, 3, 6 В) 2, 3, 4, 5, С) 1, 3, 5, 6
Д) 1, 3, 4, 5 Е) 2, 3, 5, 6.

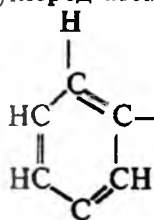
Ечиш: Органик бирикмалар таркибидаги углерод атомида оксидланиш даражаси тенг бўлиши учун бу элемент тенг миқдордаги электрманфийлиги углерод атоминикидан катта ва, аксинча, кичик бўлган элементлар атомлари билан бириккан бўлиши керак (масалан, чумоли альдегидида битта кислород атоми нисбий электрманфийлиги — 2 ва иккита водород атоми—



билан, ёки 1,2- дихлорэтен



ва симметрик дифторэтен) ёки углерод атоми тўртта углерод атоми қуршовида бўлиши керак (масалан,



бензол ҳалқасидаги винил радикали билан боғланган углерод атоми).

Жавоб: Е бўлади.

15.2. Метан босим остида, катализатор иштирокида ва ҳаво кислороди билан оксидланганда қайси маҳсулот ҳосил бўлади?

1) чумоли кислота; 2) углерод (III) оксид; 3) ацетилен; 4) метанал; 5) метанол; 6) қурум ва водород; 7) сирка кислота;

А) 1 В) 2 ва 4 С) 5 Д) 6 Е) 7

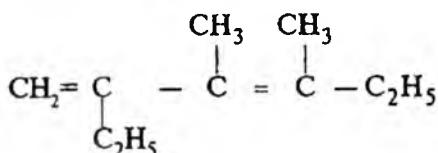
Ечиш: Нисбатан юмшоқ шароитда углеродларни оксидлаб жуда кўп миқдордаги кислород тутган органик моддаларнинг кўп тоннали ва кенг қўлланадиган маҳсулотлари олинади. Шундай бирикмалар орасида метил спирти айрим аҳамиятга эга.

Жавоб: С бўлади.

15.3. Тузидиши $\text{CH}_2\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{C}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}_2\text{H}_5)$ бўлган модданинг IUPAC тавсияси бўйича номланг.

- А) 3,4- диметил- 5- этилгексадиен- 3,5
- В) 3,4- диметил- 2- этилгексадиен- 1,3
- С) 3- метил- 2,4- диэтилпентадиен- 3,5
- Д) 3,4- диметил- 5- этилгексадиен- 3,4
- Е) 3,4- диметил- 5- метилгептен- 3

Ечиш: Формуласи йиғиб ёзилган органик моддаларни номлаш учун улар формуласини йиғиб ёзиш вазифани осонлаштиради. Берилган модданинг структур формуласи қуйидаги кўринишга эга бўлади:



Жавоб: В бўлади.

15.4. 2,2- диметилпропаннинг дихлорли изомерлари сони нечта бўлиши мумкин?

- А) 1 В) 2 С) 3 Д) 4 Е) 5

Ечиш: Бошланғич углеводород формуласида битта тўртламчи углерод атомига тўртта бирламчи углерод атомлари бириккан: $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3$ бўлиб, уларга бириккан хлор атомларининг иккитаси битта бирламчи углерод атомида ($\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CHCl}_2$) ёки иккита шундай углерод атомларида биттадан хлор атомлари бўлади. Дихлорли ҳосилалар фақат иккита бўлиши мумкин.

Жавоб: В бўлади.

15.5. Ҳажми 5,6 л бўлган газ моддалар C_2H_6 , C_3H_8 ва C_4H_{10} аралашмасининг массаси 10,5 г бўлса, шу аралашмада неча грамм углерод бўлади?

- А) 6 В) 9 С) 12 Д) 16 Е) 18

Ечиш: Аралашма ҳажми 0,25 молни ташкил этади (5,6 л : 22,4 моль/л = 0,25 моль). Аралашманинг ўртача моляр массаси

$M_r = \frac{m}{n} = 10,5 : 0,25 = 42$ бўлади. Пропен (C_3H_6) га ҳам шундай молекуляр масса тааллуқлидир. Биринчи модданинг нисбий молекуляр массаси 30 бўлса, учинчи модданики

Октан C_8H_{18}
 Нонан C_9H_{20}
 Декан $C_{10}H_{22}$

Октил C_8H_{17} —
 Нонил C_9H_{19} —
 Децил $C_{10}H_{21}$ —

Радикалларни фақат органик эмас, балки аноорганик бирик-малар ҳам ҳосил қилади. Масалан, агар нитрат кислотадан гидроксид группа OH ажратиб олинса, у ҳолда бир валентли радикал — NO_2 ҳосил бўлади, у нитрогруппа дейилади ва ҳ.

Углеводород молекуласидан водороднинг иккита атоми олинганда икки валентли радикаллар ҳосил бўлади. Уларнинг номи ҳам тегишли тўйинган углеводород номидан — *ан* қўшимчани —*илиден* (агар водород атомлари битта углеводород атомидан тортиб олинган бўлса) ёки — *илен* (агар водород атомлари иккита қўшни углеводород атомидан тортиб олинган бўлса) қўшимчага алмаштириш йўли билан ҳосил қилинади. Радикал CH_2 — *метилен* дейилади.

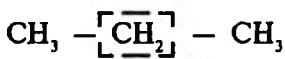
Радикалларнинг номи углеводороднинг кўпчилик ҳосилаларининг номенклатурасида фойдаланилади. Масалан: CH_3 — метил йодид; C_4H_9Cl — бутил хлорид, CH_2Cl_2 — метилен хлорид, C_2H_4Br этилен бромид (агар бром атомлари турли углеводород атомлари билан боғланган бўлса) ёки этилиден бромид (агар бром атомлари битта углеводород атоми билан боғланган бўлса).

Изомерларни номлаш учун икки хил номенклатурадан кўп фойдаланилади: эски — рационал ва янги — ўринбо-сар номенклатура, бу номенклатура *систематик* ёки *халқаро* номенклатура ҳам дейилади (назарий ва амалий ки-мёнинг халқаро иттифоқи ИЮПАК томонидан тавсия этилган).

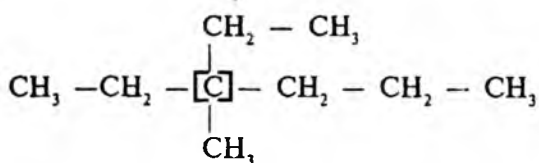
Рационал номенклатурага кўра углеводородлар метаннинг битта ёки бир неча водород атомлари ўрнини радикаллар олган ҳосиласи сифатида қаралади. Агар формулада бир хил радикаллар бир неча марта такрорланадиган бўлса, у ҳолда улар грек сонлари билан кўрсатилади: ди — икки, три — уч, тетра — тўрт, пента — беш, гекса — олти ва ҳ. Масалан:



метан



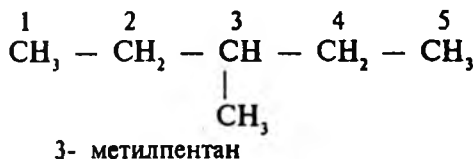
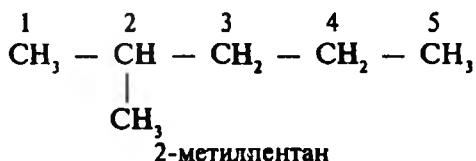
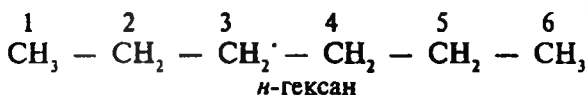
диметилметан
(пропан)

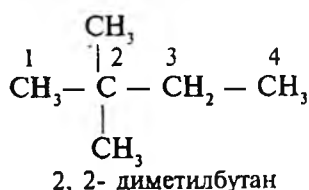
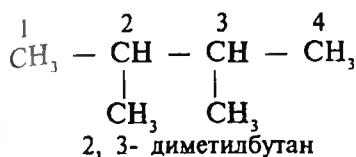


метилдиэтилпропилметан

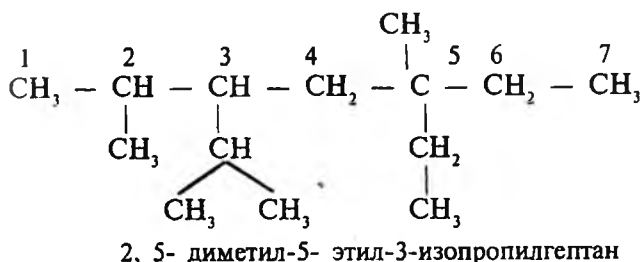
Рационал номенклатура унча мураккаб бўлмаган бирикмалар учун қулайдир.

Уринбосар номенклатурага кўра углеводород номига битта углерод занжири асос бўлади, молекуланинг қолган барча қисмлари ўринбосарлар сифатида қаралади. Бунда углерод атомларининг энг узун занжири танлаб олинади ва занжирдаги атомлар углеводород радикали яқин турган учидан бошлаб номерлаб чиқилади. Сўнгра аввал радикал боғланган (энг оддий радикалдан бошлаб) углерод атомининг номери айтилиб, кейин узун занжирга мувофиқ келадиган углеводороднинг номи айтилади. Агар формулада бир хил радикаллар бир нечта бўлса, уларнинг номи олдида сони сўз билан (ди, три тетра- ва ҳ.) ёзиб қўйилади, радикалларнинг номерлари эса вергул билан ажратилади. Бу номенклатурага кўра гексаннинг изомерларини қуйидагича номлаш лозим:





Энди мураккаброқ мисол келтирамиз:



Ўринбосар номенклатура ҳам, рационал номенклатура ҳам фақат углеводородлар учун эмас, балки органик бирикмаларнинг бошқа синфлари учун ҳам қўлланилади. Баъзи органик бирикмалар учун тарихан таркиб топган (эмпирик) ёки, бошқача айтганда *тривиаль* номлардан (чумоли кислота, мочевино ва б.) ҳам фойдаланилади.

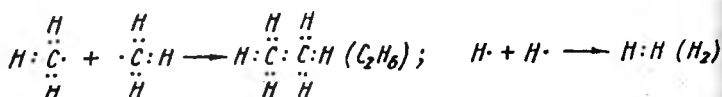
Изомерларнинг формулаларини ёзишда уларда углерод атомлари турлича ҳолатни эгаллаганлиги кўринади. Занжирда фақат битта углерод атоми билан боғланган углерод атоми *бирламчи*, иккитаси билан боғлангани — *иккиламчи*, учтаси билан боғлангани — *учламчи*, тўрттаси билан боғлангани — *тўртламчи* дейилади. Масалан, охириги мисолда 1 ва 7-углерод атомлари — *бирламчи*, 4 ва 6 — *иккиламчи*, 2 ва 3 — *учламчи*, 5 — *тўртламчи*. Водород атомларининг, бошқа атомларнинг ва функционал гуруҳларнинг хоссалари улар қайси углерод атоми: бирламчи, иккиламчи ёки учламчи билан боғланганлигига боғлиқ. Буни доимо эътиборга олиш керак.

16.3- §. Метаннинг ва метан гомологларининг кимёвий хоссалари

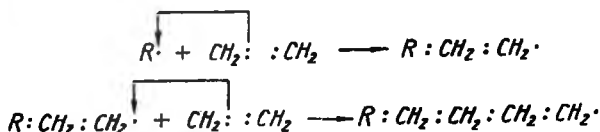
Алканлар гомологик қатори аъзоларининг умумий кимёвий хоссалари бор. Улар активлиги кам бўлган моддалар.

Алканлар иштирок этадиган барча реакцияларни икки турга бўлиш мумкин: C — H боғланишнинг узилиши билан борадиган реакциялар (масалан, ўрин олиш реакциялари) ва C — C боғланиш узилиши билан борадиган реакциялар, бунда молекулалар алоҳида-алоҳида бўлакларга бўлиниб кетади (крекинг).

Радикаллар секунднинг улушлари қадар вақтда мавжуд бўлади ва ҳосил бўлиш вақтида жуда активдир. Масалан, улар бир-бири билан осон таъсирлашиб, жуфтлашмаган электронлардан янги ковалент боғланиш ҳосил қилади. Масалан:



Улар органик моддаларнинг молекулалари билан ҳам реакцияга осон киришиб, уларга бирикади ёки улардан жуфтлашмаган электронли атомни тортиб олади. Натижада янги радикаллар ҳосил бўлади, улар бошқа молекулалар билан реакцияга киришиши мумкин. Бунга тўйинмаган бирикмаларнинг радикал полимерланиши мисол бўла олади:

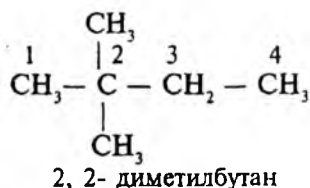
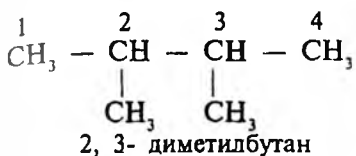


Бундай занжир реакция давомида микромолекулалар (16.7-га қ.) ҳосил бўлади, уларнинг ўсиши занжир узилгунга қадар давом этади, масалан, иккита радикал бирикканида тўхтайди.

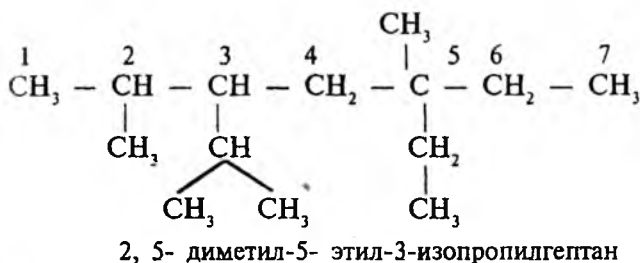
Илгари таъкидлаб ўтилганидек, кўпчилик муҳим кимёвий жараёнлар — оксидланиш, портлаш, тўйинмаган бирикмаларнинг полимерланиши, нефтни крекинглаш ва б. эркин радикалларнинг реакциялари билан тушунтирилади.

Алканларнинг кимёвий хоссалари метан мисолида ба-тафсил кўриб чиқилади.

Метан молекуласининг тузилиши ва хоссалари. Метан молекуласининг электрон тузилиши 3.2- § да кўриб чиқил-



Энди мураккаброқ мисол келтирамиз:



Ўринбосар номенклатура ҳам, рационал номенклатура ҳам фақат углеводороддар учун эмас, балки органик бирикмаларнинг бошқа синфлари учун ҳам қўлланилади. Баъзи органик бирикмалар учун тарихан таркиб топган (эмпирик) ёки, бошқача айтганда *тривиаль* номлардан (чумоли кислота, мочевино ва б.) ҳам фойдаланилади.

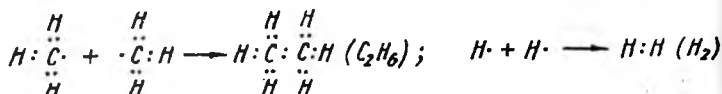
Изомерларнинг формулаларини ёзишда уларда углерод атомлари турлича ҳолатни эгаллаганлиги кўринади. Занжирда фақат битта углерод атоми билан боғланган углерод атоми *бирламчи*, иккитаси билан боғлангани — *иккиламчи*, учтаси билан боғлангани — *учламчи*, тўрттаси билан боғлангани — *тўртламчи* дейилади. Масалан, охириги мисолда 1 ва 7-углерод атомлари — *бирламчи*, 4 ва 6 — *иккиламчи*, 2 ва 3 — *учламчи*, 5 — *тўртламчи*. Водород атомларининг, бошқа атомларнинг ва функционал группаларнинг хоссалари улар қайси углерод атоми: бирламчи, иккиламчи ёки учламчи билан боғланганлигига боғлиқ. Буни доимо эътиборга олиш керак.

16.3- §. Метаннинг ва метан гомологларининг кимёвий хоссалари

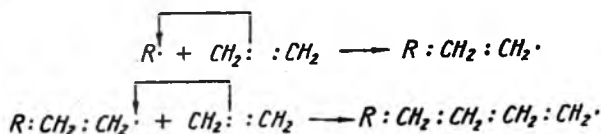
Алканлар гомологик қатори аъзоларининг умумий кимёвий хоссалари бор. Улар активлиги кам бўлган моддалар.

Алканлар иштирок этадиган барча реакцияларни икки турі бўлиш мумкин: С — Н боғланишнинг узилиши билан борадиган реакциялар (масалан, ўрин олиш реакциялари) ва С — С боғланиш узилиши билан борадиган реакциялар, бунда молекулалар алоҳида-алоҳида бўлакларга бўлиниб кетади (крекинг).

Радикаллар секунднинг улушлари қадар вақтда мавжуд бўлади ва ҳосил бўлиш вақтида жуда активдир. Масалан, улар бир-бири билан осон таъсирлашиб, жуфтлашмаган электронлардан янги ковалент боғланиш ҳосил қилади. Масалан:



Улар органик моддаларнинг молекулалари билан ҳам реакцияга осон киришиб, уларга бирикади ёки улардан жуфтлашмаган электронли атомни тортиб олади. Натижада янги радикаллар ҳосил бўлади, улар бошқа молекулалар билан реакцияга киришиши мумкин. Бунга тўйинмаган бирикмаларнинг радикал полимерланиши мисол бўла олади:



Бундай занжир реакция давомида микромолекулалар (16.7-га қ.) ҳосил бўлади, уларнинг ўсиши занжир узилгунга қадар давом этади, масалан, иккита радикал бирикканида тўхтайд.

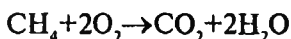
Илгари таъкидлаб ўтилганидек, кўпчилик муҳим кимёвий жараёнлар — оксидланиш, портлаш, тўйинмаган бирикмаларнинг полимерланиши, нефтни крекинглаш ва б. эркин радикалларнинг реакциялари билан тушунтирилади.

Алканларнинг кимёвий хоссалари метан мисолида ба-тафсил кўриб чиқилади.

Метан молекуласининг тузилиши ва хоссалари. Метан молекуласининг электрон тузилиши 3.2- § да кўриб чиқил-

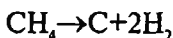
ган. Метан молекуласида углерод атоми sp^3 -гибридланиш ҳолатида бўлади. Углерод атоми тўртта гибрид орбиталининг водород атомининг s -орбиталлари билан бир-бирини қоплаши натижасида метаннинг анча пухта молекуласи ҳосил бўлади. Метан молекуласининг электрон тузилишини 3.11-расмдан қ.

Метан — рангсиз ва ҳидсиз газ, ҳаводан енгил, сувда кам эрийди. Тўйинган углеводородлар ёниб, углерод (IV)-оксид билан сув ҳосил қилади. Метан оч қўкиш аланга бериб ёнади:

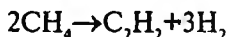


Ҳаво билан аралашганда (ёки кислород билан, айниқса ҳажм жиҳатдан 1 : 2 нисбатдагиси, бу реакция тенгламасидан ҳам кўриниб турипти) метан портловчи аралашма ҳосил қилади. Шунинг учун у турмушда ҳам (жўмаклар орқали газнинг сизиб чиқиши), шахталарда ҳам хавфлидир. Метан чала ёнганида қурум ҳосил бўлади. Саноатда қурум шу йўл билан олинади. Метан катализаторлар иштирокида оксидланганда метил спирт билан формальдегид олинади (17.2 ва 17.6 га қ.).

Метан қаттиқ қиздирилганда ушбу тенглама бўйича парчаланади:



Махсус конструкцияли печларда метанни оралиқ маҳсулот — ацетилен ҳосил бўлгунга қадар парчалаш мумкин:



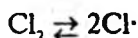
Бундай ацетиленнинг таннархи кальций карбиддан олинган ацетиленнинг таннарихидан деярли икки марта кам бўлади.

Метанни сув буғи билан конверсиялаш орқали водород олинади (8.2- § га қ.).

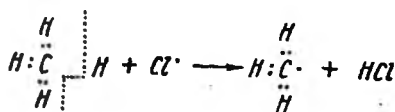
Метан учун ўрин олиш реакциялари хос. Одатдаги температурада ёруғда галогенлар — хлор билан бром — метан молекуласидан водородни аста-секин (босқичлар билан) сиқиб чиқариб, *галогенли ҳосилалар* дейиладиган моддаларни ҳосил қилади. Унда хлор атомлари водород атомларининг ўрнини олиб, турли хил бирикмалар: CH_3Cl — хлорметан (метил хлорид), CH_2Cl_2 — дихлорметан (мети-

лен хлорид), CHCl_3 — трихлорметан (хлороформ), CCl_4 — тетрахлорметан (углерод тетрахлорид) аралашмасини ҳосил қилади. Бу аралашмадан ҳар қайси бирикмани ажратиб олиш мумкин. Хлороформ ва тетрахлорметан смолалар, ёғлар, каучук ва бошқа органик моддаларнинг эритувчилари сифатида муҳим аҳамиятга эга.

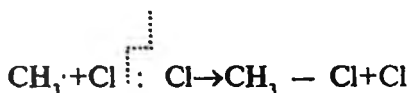
Метаннинг галогенли ҳосилалари занжирли эркин радикал механизм бўйича ҳосил бўлади. Ёруғлик таъсирида хлор молекулалари анорганик радикалларга ажралади:



Анорганик радикал $\text{Cl}\cdot$ метан молекуласидан битта электронди водород атомини тортиб олиб, HCl ва эркин радикал $\text{CH}_3\cdot$ ҳосил қилади:

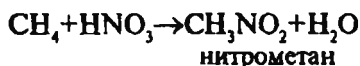


Эркин радикал хлор молекуласи Cl_2 , билан реакцияга киришиб, галогенли ҳосила ва хлор радикалини ҳосил қилади:



Хлор радикали яна ўзгаришлар занжирини давом эттиради ва ҳ.

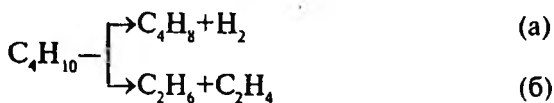
Метан одатдаги температурада кислота, ишқор ва кўпчилик оксидловчилар таъсирига барқарордир. Лекин у нитрат кислота билан реакцияга киришади:



Метан бириктириб олиш реакцияларига киришмайди, чунки унинг молекуласида ҳамма валентликлар тўйинган.

Юқорида келтирилган ўрин олиш реакцияларида $\text{C}-\text{H}$ боғланишлар узилади. Лекин фақат $\text{C}-\text{H}$ боғланишларнинг узилиши эмас, балки углерод атомлари занжирининг (метан гомологарида) узилиши ҳам содир бўладиган жараён-

лар маълум. Бу реакциялар юқори температураларда ва катализаторлар иштирокида содир бўлади. Масалан:



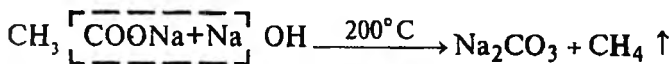
(а) жараён *дегидрогенланиш*, (б) жараён — *крекинг* дейи-
лади.

Тўйинган углеводородларни оксидлаш йўли билан кислоталар олинади: бутандан сирка кислота (17.12- § га қ.) ва парафиндан молекуляр массаси катта бўлган ёғ кислоталари (17.15- § га қ.) олинади.

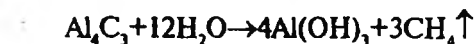
Алканларнинг олиниши. Метан табиатда кенг тарқалган. У табиий ёнувчан газларнинг (90 — 98%) ҳам, ёғоч, торф, тошкўмирни қуруқ ҳайлашда, шунингдек нефтни крекинглашда ажралиб чиқадиган сунъий газларнинг ҳам асосий таркибий қисми ҳисобланади. Табиий газлар, айниқса нефть конларидан чиқадиган йўлдош газлар таркибида метандан ташқари этан, пропан, бутан ва пентан бўлади.

Метан ботқоқликлар тубидан ва конлардаги тошқумир қатламларидан ажралиб чиқади, бу ерларда у ўсимликлар қолдиқларидан ҳавосиз жойда секин парчаланиш натижа-сида ҳосил бўлади. Шунинг учун метан кўпинча *ботқоқлик гази* ёки *кон гази* дейилади.

Лаборатория шароитида метан натрий ацетат билан натрий гидроксид аралашмаси қиздирилганда олинади:

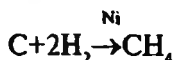


ёки алюминий карбид сув билан ўзаро таъсир эттирилганда ҳосил бўлади:

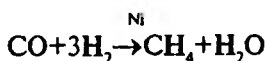


Кейинги реакцияда метан анча тоза ҳолда олинади.

Метан катализатор иштирокида қиздирилганда оддий моддалардан ҳам олинishi мумкин:

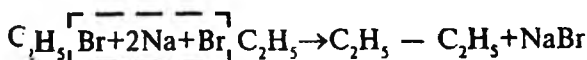


Шунингдек, сув газли асосида синтез қилса ҳам бўлади:

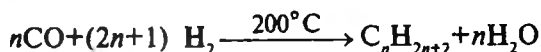


Бу усул саноат аҳамиятига эга. Лекин, одатда, табиий газларнинг ёки тошқўмирни коксдашда ва нефтни қайта ишлашда ҳосил бўладиган газларнинг метанидан фойдаланилади.

Метан сингари метаннинг гомологлари ҳам лаборатория шароитида тегишли органик кислоталарни ишқорлар билан бирга қиздириш орқали олинади. Бошқача усул — *Вюрц реакцияси*, яъни моногалогенли ҳосилаларни натрий метали билан бирга қиздириш, масалан:



Техникада синтетик бензин (молекуласида 6 — 10 та углерод атоми бўладиган углеводородлар аралашмаси), олиш учун катализатор кобальт бирикмалари иштирокида ва юқори босимда углерод (II)- оксид билан водороддан синтез қилиш усули қўлланилади. Жараёни ушбу тенглама билан ифодадаш мумкин:



Алканларнинг ишлатилиши. Метаннинг хоссаларини билган ҳолда унинг ишлатилиши ҳақида тасаввур ҳосил қилиш мумкин. Унинг ишлатилиш соҳалари жуда турли тумандир. Иссиқлик бериш хусусияти катталиги туфайли метан кўп миқдорда ёқилги сифатида (турмушда ва саноатда) ишлатилади. Метандан олинadиган моддалар: водород ацетилен, қурум кенг қўламда ишлатилади. Метан формальдегид, метил спирт, шунингдек турли хил синтетик маҳсулотлар олишда бошлангич хом ашё сифатида ишлатилади.

Юқори тўйинган углеводородларни — углерод атомларининг сони 20 — 25 та бўлган парафинларни оксидлаш саноатда катта аҳамиятга эга. Шу йўл билан занжирининг узунлиги турлича бўлган синтетик ёғ кислоталари олинади, улардан совун, турли хил ювиш воситалари, сурков материаллари, лок ва эмаллар ишлаб чиқаришда фойдаланилади.

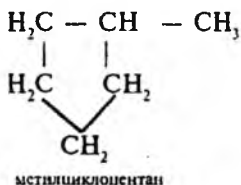
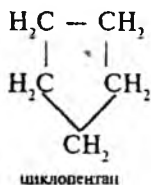
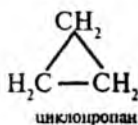
Суюқ углеводородлардан ёнилги сифатида фойдалани-

тади (улар бензин ва керосин таркибига киради). Алканлардан органик синтезда кўп фойдаланилади.

16.4- §. Циклоалканлар

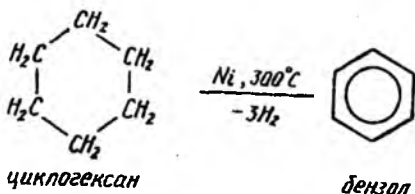
Очиқ занжирли тўйинган углеводородлар билан бирга ёпиқ (циклик) занжирли тўйинган углеводородлар ҳам бор. Уларнинг бир неча хил номи бор:

циклоалканлар, циклопарафинлар, нафтенлар, цикланлар, полиметиленлар. Шундай бирикмаларга мисоллар:



Циклоалканлар молекуларида тегишли алканларнинг молекуларидагига қараганда иккита водород атоми кам бўлади (уларнинг ажралиб чиқиши ҳисобига углерод ҳалқаси ёпилади). Шунинг учун циклоалканларнинг умумий формуласи C_nH_{2n} .

Циклоалканлар Боку нефтидан В. В. Марковников томонидан ажратиб олинган ва мукамал ўрганилган. Улар кимёвий хоссалари жиҳатидан алканларга яқин туради: ёнувчан, кимёвий активлиги кам, водород атомлари ўрнини галогенлар олиши мумкин. Уч ва тўрт аъзоли циклоалканларнинг пухталиги беш ва олти аъзоларникига қараганда кам. Циклоалканларнинг кимёвий хоссаларидан жуда муҳим реакцияни — циклогексанинг дегидрогенланиб (водород ажратиб), бензол ҳосил қилишини (16.12- § га қ.) кўриб чиқамиз:



Циклоалканлар ва уларнинг гомологлари карбоциклик бирикмалар қаторига киради.

16.5-§. Тўйинмаган углеводородлар

Молекулаларида бир-бири билан қўшбоғ ёки учламчи боғланишлар билан боғланган углерод атомлари бор углеводородлар тўйинмаган углеводородлар дейилади. Уларнинг молекулаларида водород атомлари сони тўйинган углеводородлардагига қараганда кам бўлади.

Тўйинмаган углеводород гомологик қаторларининг дастлабки аъзолари этилен (қўшбоғли) ва ацетилен (учламчи боғланишли):



Қўшбоғ ва учламчи боғланишларнинг электрон табиъати 3,2 ва 10.2- § ларда кўриб чиқилган.

Қўшбоғ битта σ - боғ ва битта π - боғдан таркиб топган. Табиати жиҳатидан π - боғланиш σ - боғланишдан кескин фарқ қилади — π - боғланишда электрон булутлар молекула текислигидан ташқарида бир-бирини қоплагандлиги учун бу боғланишнинг пухталиги камроқ бўлади (10.2- расми қ.). Қўшбоғ иккита бир хил чизиқча билан тасвирланганига қарамай, уларнинг тенг эмаслигини доимо назарда тутиш керак.

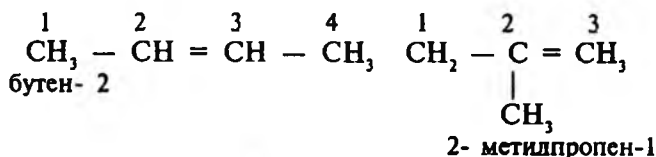
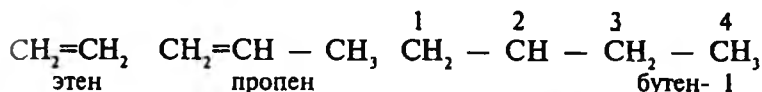
Учламчи боғланиш битта σ - боғланиш ва иккита π - боғланишдан таркиб топган. Бу ацетилен ва унинг гомологларида баъзи ўзига хос хусусиятлар борлигига сабаб бўлади.

Электрон тузилишидан кўриниб туриптики, каррали (қўш ва учламчи) боғланишлар кимёвий реакцияда нисбатан осон (бирламчи боғланишга қараганда осон) узилади.

Тўйинмаган углеводородларнинг гомологик қаторлари Этиленнинг гомологик қаторидаги бирикмалар умумий C_nH_{2n} формула билан ифодаланади. Гомологларнинг рационал номенклатурага кўра номи тегишли тўйинган углеводородлар номидан *-ан* қўшимчани *-илен* қўшимчага алмаштириш йўли билан ҳосил қилинади. Масалан: этан C_2H_6 — этилен C_2H_4 , пропан C_3H_8 — пропилен C_3H_6 ва ҳ.

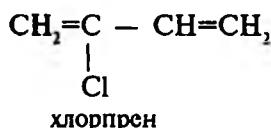
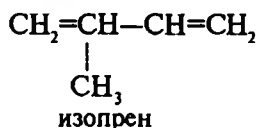
Уринбосар номенклатурага кўра этилен углеводородларнинг номи тўйинган углеводородларнинг номида

-ан қўшимчани -ен қўшимчани (ен — қўшбоғ) алмаштириб ва қўшбоғдаги углерод атомининг номерини кўрсатиб ҳосил қилинади (асосий занжир қўшбоғ яқин жойлашган учидан бошлаб номерланади). Масалан:



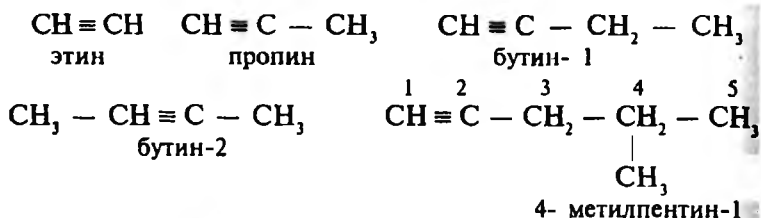
Этилен углеводородларнинг умумий халқаро номи — *алкенлар*. Молекуласида битта қўшбоғ бўладиган этилен қаторидаги тўйинмаган углеводородлар *олефинлар* дейилади.

Этилен радикали, $\text{CH}_2=\text{CH}-$ *винил* дейилади ва кўпчилик молекулаларнинг асосини ташкил этади. Масалан:



Ацетиленнинг гомологик қатори $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ формула билан ифодаланади. Гомологлар ацетиленнинг ҳосилалари сифатида қаралади ва метилацетилен (C_3H_4), этилацетилен (C_4H_6) дейилади ва ҳ.

Ацетилен углеводородларнинг ўринбосар номенклатурага кўра номи тўйинган углеводородларнинг номидан, -ан қўшимчани -ин га алмаштириб ҳосил қилинади. Асосий занжир учламчи боғланиш яқинроқ жойлашган учидан бошлаб номерлаб чиқилади. Масалан:



Ацетилен углеводородларнинг ўринбосар номенклатурага кўра умумий номи — *алкинлар*.

Тўйинмаган углеводородларнинг кимёвий хоссалари этилен ва ацетилен мисолида кўриб чиқилади.

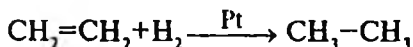
16.6- §. Этилен ва унинг гомологлари

Хоссалари. Этилен — гомологик қаторнинг бири. аъзоси — рангсиз газ, салгина чучмал ҳиди бор, ҳаводан бир оз енгил, сувда кам эрийди.

Кимёвий хоссалари жиҳатидан этилен метандан кескин фарқ қилади, бунга сабаб молекуласининг электрон тузилишидир. Молекуласида σ ва π - боғлардан иборат қўшбоғ борлиги учун этилен π - боғланиш узилиши ҳисобига иккита бир валентли атом ёки радикални бириктириб олиши мумкин.

Бириктириб олиш реакцияларига киришиш барча алкенлар учун хос хусусиятдир. Улардан энг асосийларини кўриб чиқамиз.

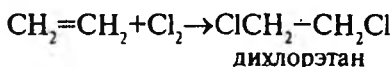
1. В о д о р о д н и б и р и к т и р и б о л и ш.
Бу реакция катализатор — майда туйилган никель, платина ёки палладий иштирокида хона температурасида боради:



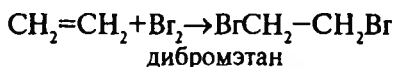
Моддага водороднинг бирикиши гидрогенланиш реакцияси дейилади.

Олефинлар гидрогенланганда тўйинган углеводородларга айланади.

2. Г а л о г е н л а р н и н г б и р и к и ш и.
Реакция одатдаги шароитда боради. Масалан:

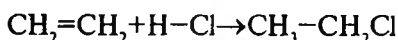


Дихлорэтан — суюқлик, органик моддаларни яхши эритади.



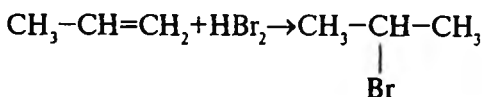
Бромнинг бирикиш реакцияси тўйинмаган углеводородларга сифат реакцияси бўлиб хизмат қилади. Бромли сувнинг қизил-қўнғир рангининг йўқолишига қараб тўйинмаган углеводородлар борлиги ҳақида фикр юритилади.

3. В о д о р о д г а л о г е н и д л а р н и н г б и р и к и ш и:

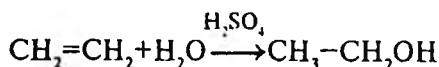


Бундан шундай хулоса чиқарса бўлади: углеводородларнинг галогенли ҳосилаларини, масалан этил хлоридни $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{Cl}$ икки хил йўл билан: этиленга водород хлорид бириктириш ёки этандаги водородни хлорга алмаштириш йўли билан олиш мумкин.

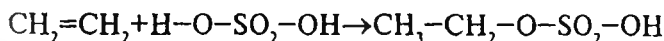
Этилен гомологларига водород галогенидларининг бирикиши *В. В. Марковников қондасига* мувофиқ содир бўлади: водород атоми углероднинг энг гидрогенланган атомига, галоген атоми эса — энг кам гидрогенланган атомга бирикади. Масалан:



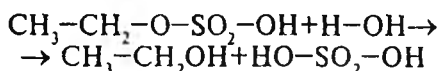
4. С у в н и н г б и р и к и ш и (г и д р а т л а н и ш р е а к ц и я с и). Реакция катализатор — сульфат кислота иштирокида боради:



Бу реакциянинг умумий тенгламасидир. Ҳақиқатда эса реакция икки босқичда боради. Дастлаб сульфат кислота қўшбоғнинг узилиш жойидан этиленга бирикади ва этил-сульфат кислота ҳосил қилади:

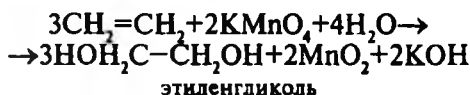


Сўнгра этилсульфат кислота сув билан реакцияга киришиб, спирт ва кислота ҳосил қилади



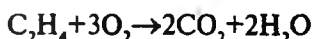
Ҳозирги вақтда қаттиқ катализаторлар иштирокида этиленга сувнинг бирикиш реакциясидан саноатда нефтни крекинг-лаш газларидаги тўйинмаган углеводородлардан этил спирт олиш учун фойдаланилади.

Этилен ва унинг гомологларининг муҳим кимёвий хоссаси уларнинг одатдаги температурада осон оксидланишидир. Бунда қўшбоғ билан боғланган иккала углерод атоми оксидланади. Агар этилен калий перманганат KMnO_4 нинг сувдаги эритмаси орқали ўтказилса, у ҳолда калий перманганатга хос гунафша ранг йўқолади, у этиленни оксидлайди:



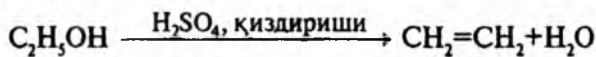
Бу реакция органик модданинг тўйинмагандлигини — унда қўшбоғлар ёки учламчи боғланишлар борлигини аниқлаш учун фойдаланилади.

Этилен ёруғ аланга бериб ёниб, углерод (IV)- оксид ва сув ҳосил қилади:

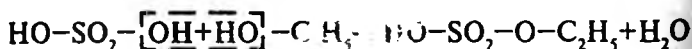


Полимерланиш реакциялари (16.7- § га қ.) барча тўйинмаган углеводородлар сингари этилен учун ҳам хос реакциядир.

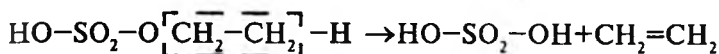
Олиниши. Лаборатория шароитида этилен этил спиртни сувни тартиб олувчи моддалар (концентрланган сульфат кислота, фосфор (V)- оксид ва б.) билан қиздириш орқали олинади:



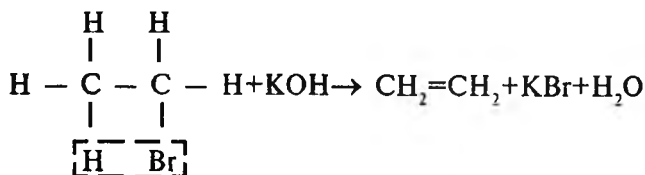
Этилендан спирт олишга (юқорироққа қ.) тескари бўлган бу жараёни шундай тасаввур қилиш мумкин. Дастлаб спирт сульфат кислота билан реакцияга киришиб, этилсульфат кислота билан сувни ҳосил қилади:



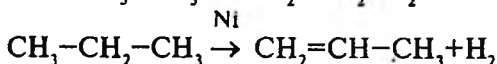
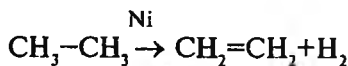
Сўнгра этилсульфат кислота 140 — 200°C температурада сульфат кислота билан таъсирга асради:



Олефинлар ҳам галогенли ҳосилаларни ишқорнинг спиртдаги концентрланган эритмаси билан бирга қиздириш орқали олинади:



Саноатда этилен ва унинг гомологлари нефтни крекин-глаш газларидан ажратиб олинади. Уларни олишнинг анча муҳим усули тегишли тўйинган углеводородларни никель катализатор устида дегидрогенлашдан иборат:

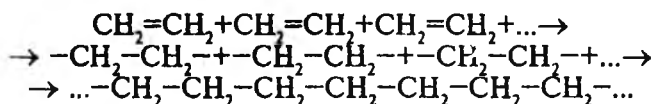


Ишлатилиши. Этилен этил спирт, полиэтилен олишда ишлатилади. У иссиқхона ҳавосига озроқ миқдорда қўшил-ганда меваларнинг (помидор, цитрус мевалар ва б.) этилишини тезлаштиради. Этилен ва унинг гомологларидан кўпчилик органик моддаларни синтез қилиш учун кимё-вий хомашё сифатида фойдаланилади.

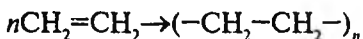
16.7- §. Полимерланиш реакциялари. Полиэтилен

Полимерланиш — бу бир хил молекулаларнинг кетма-кет бирикиб, анча йирик молекулалар ҳосил қилишидир. Полимерланишнинг оддий ҳоли азот (IV)- оксид мисолида (10.6- § га қ.) кўриб чиқилган эди.

Полимерланиш реакциялари айниқса тўйинмаган угле-водородлар учун хос. Масалан, этилендан юқори молекуляр модда — полиэтилен ҳосил бўлади. Этилен молекулалари бир-бири билан қўшбоғнинг узилиш жойидан бирикади:



Бу реакциянинг тенгламаси қисқартирилган ҳолда қуйидагича ёзилади:



Бундай молекулаларнинг (макромолекулаларнинг) учларига эркин атом ёки радикаллар (масалан, этилендан водород атомлари) бирикади. Полимерланиш реакциясининг маҳсулоти *полимер* (грекча поли — кўп, мерос — қисм), полимерланиш реакциясига киришадиган бошланғич модда эса *мономер* деб аталади.

Полимер — молекуляр массаси жуда катта бўлган модда, унинг молекуласи кўп сонли такрорланадиган, бир хил тузилган группалардан таркиб топган. Бу группалар элементар, звенолар ёки *структура бирликлари дейилади*. Масалан, полиэтиленнинг элементар звеноси атомлар группаси — $\text{CH}_2 - \text{CH}_2$ — дан иборат.

Макромолекулада такрорланадиган элементар звенолар сони *полимерланиш даражаси* дейилади (n билан белгиланади). Бир хил мономерларнинг ўзидан полимерланиш даражасига қараб хоссалари турлича бўлган моддалар олиш мумкин. Масалан, қисқа занжирли ($n=20$) полиэтилен сурков хоссаларига эга бўлган суюқликдир. Занжирнинг узунлиги 1500 — 2000 звенодан иборат бўлган полиэтилен қаттиқ, лекин эгилувчан пластик материал бўлиб, ундан пардалар олиш, бутилка ва бошқа идиш-товоқ, эластик трубалар ва ҳ. тайёрлаш мумкин. Ниҳоят, занжирининг узунлиги 5 — 6 минг звено бўлган полиэтилен қаттиқ модда бўлиб, ундан қуйма буюмлар, қаттиқ трубалар, пухта иплар тайёрлаш мумкин.

Агар полимерланиш реакциясида озроқ сондаги молекулалар иштирок этса, у ҳолда қуйи молекуляр моддалар, масалан, димерлар, тримерлар ва ҳ. ҳосил бўлади. Полимерланиш реакцияларининг бориш шарт-шароитлари жуда турли-тумандир. Баъзи ҳолларда катализатор ва юқори босим керак. Лекин асосий омил мономер молекуласининг тузилишидир. Полимерланиш реакциясига тўйинмаган бирикмалар каррали боғланишларнинг узидиши ҳисобига киришади.

Полимерларнинг структура формулалари қисқача шундай ёзилади: элементар звенонинг формуласи қавс ичи олинади ва ўнг томоннинг пастига n ҳарфи қўйилади

Масалан, полиэтиленнинг структура формуласи $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$. Полимернинг номи мономернинг номига п о л и — одд қўшимчани қўшиш билан ҳосил қилинади, масалан, полиэтилен, поливинилхлорид, полистирол ва ҳ.

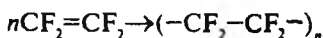
Полимерланиш реакциялари ёрдамида юқори молекуляр синтетик моддалар, масалан полиэтилен, политетрафторэтилен (тефлон), полистирол, синтетик каучуклар ва б. олинади. Улар ҳақ ҳужалигида жуда катта аҳамиятга эга.

П о л и в и н и л х л о р и д — винилхлорид $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ нинг полимерланиш маҳсулоти. Структура формуласи $(-\text{CH}_2-\text{CH}-)_n$. Бу

|
Cl

полимернинг қимматли хусусиятлари бор: у ёнмайди, кимёвий реагентлар таъсирига чидамли, осон бўялади. Шу бирикма асосида олинган пластмассалардан клеёнкалар, плашлар, портфеллар, пойабзал учун сунъий тери ва ш. ў. тайёрланади. Сим ва кабелларни изоляциялаш учун кўп ишлатилади.

Т е ф л о н — тетрафторэтиленнинг полимерланиш маҳсулоти:



Бу энг инерт органик модда (унга фақат суюқлантирилган натрий ва калийгина таъсир этади). Совуққа ва иссиққа ниҳоятда чидамли.

П о л и с т и р о л — қаттиқ, шаффоф, эластик модда. Стиролни полимерлаб олинади (16.11- § га қ.). Структура формуласи $(-\text{CH}_2-\text{CH}-)_n$.

C₆H₅

Полистиролдан электр ва радиотехникада диэлектрик сифатида фойдаланилади. Кислотабардош трубалар, идишлар, шунингдек, турмушда ишлатиладиган буюмлар — тароқлар, ўйинчоқлар ва б. тайёрлашга сарфланади. Ундан энгил ғовак пластмассалар — пенопластлар тайёрланади.

Юқори молекуляр бирикмалар олиш учун полимерланиш реакциялари билан бир қаторда поликонденсатланиш реакцияларидан (17.8- § га қ.). ҳам кенг фойдаланилади.

16.8- §. Ацетилен ва унинг гомологлари

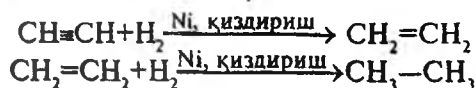
Хоссалари. Ацетилен — ацетилен углеводородлари гомологик қаторининг биринчи аъзоси — рангсиз газ, ҳаводан энгил, сувда кам эрийди. Илгари таъкидлаб ўтилгани-

дек, унинг учламчи боғланиш билан боғланган углерод атомлари sp -гибридланиш ҳолатида (3.2- ва 3.6- расмга қ.) бўлади. Ацетилен молекуласи чизиқсимон тузилишга эга, унда углерод атомлари битта δ - ва иккита π - боғланиш билан боғланган, бунда π - боғланишлар ўзаро перпендикуляр бўлган иккита текисликда жойлашган.

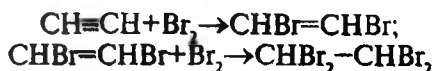
Кимёвий хоссаларига кўра ацетилен кўп жиҳатдан этиленга ўхшайди. Унинг учун бириктириб олиш, оксидланиш ва полимерланиш реакциялари хос.

Бириктириб олиш реакциялари одифинларнинг тегишли реакциялари каби содир бўлади. Улар икки босқичда боради: дастлаб битта π - боғланиш бор жойга бирикиб, одифинларнинг ҳосилалари олинади, сўнгра иккинчи π - боғланиш бор жойга бирикиб, алканларнинг ҳосилалари олинади.

1. В о д о р о д н и н г б и р и к и ш и — Никел катализатор иштирокида қиздирилганда содир бўлади. Реакция икки босқичда боради: дастлаб этилен, сўнгра — этан ҳосил бўлади:

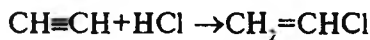


2. Г а л о г е н л а р н и н г б и р и к и ш и жуда осон боради (бу ҳам икки босқичда):



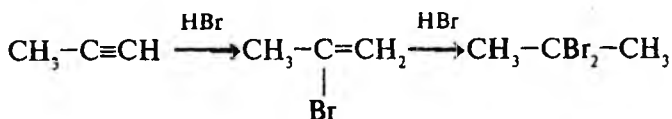
Бунда бромли сув рангсизланади. Бромли сувнинг рангсизланиши ацетиленга ҳам, барча тўйинмаган углеводородларга ҳам сифат реакция ҳисобланади.

3. В о д о р о д г а л о г е н и д л а р н и н г б и р и к и ш и Водород хлориднинг бирикиш реакцияси жуда муҳим аҳамиятга эга:



Олинadиган маҳсулот — винилхлорид этиленга ўхшаш осон полимерланади, шу сабабли поливинилхлорид смолалаи ишлаб чиқаришда кенг қўламда ишлатилади.

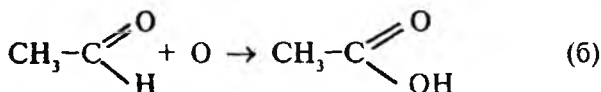
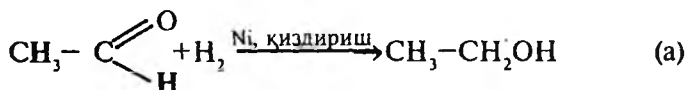
Ацетилен гомологларига водород галогенидлар Марковников қондасига кўра бирикади:



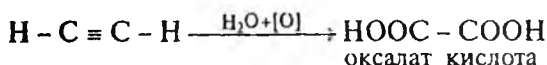
4. Сувнинг бирикishi симоб (II) тузлари — HgSO_4 , $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ иштирокида боради ва сирка альдегид ҳосил бўлади (одатдаги шароитда ацетилен сув билан реакцияга киришмайди):



Тенгламадан кўриниб туриптики, тўйинмаган спирт оралиқ маҳсулот ҳисобланади. OH группаси қўшбоғли углеродда бўлган спиртлар беқарор бўлади, гидроксил группанинг водороди қўшни углерод атомига ўтади (стрелка билан кўрсатилган), изомерланиш (тузилишини ўз-ўзидан ўзгартириш) натижасида барқарор бирикма — альдегид ҳосил бўлади. Бу реакция уни 1881 йилда кашф қилган рус олими М. Г. Кучеров шарафига *Кучеров реакцияси* деб аталди. Бу реакция ёрдамида саноатда ацетилендан сирка альдегид, альдегидни қайтариб этил спирт (А), оксидлаб эса — сирка кислота (б) олинади:

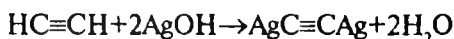


Ацетиленга оксидловчилар жуда тез таъсир этади. Калий перманганат эритмаси орқали ўтказилганда у осон оксидланади, KMnO_4 эритмаси эса рангсизланади:

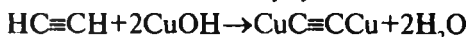


Перманганатнинг рангсизланишидан учламчи боғланишга сифат реакция тарзида фойдаланиш мумкин.

Ацетилен молекуласидаги водород учламчи боғланиш таъсирида жуда ҳаракатчан бўлиб қолади ва металлларга ўрнини бериши мумкин. Масалан, агар ацетилен кумуш ёки мис (I) тузларининг эритмалари орқали ўтказилса, у ҳолда *ацетиленидлар* — ацетиленнинг металл ҳосилалари олинади:



кумуш ацетиленид

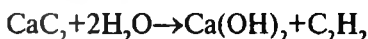


мис (I)- ацетиленид

Кумуш ва мис ацетиленидлари қуруқ ҳолда зарба таъсиридан портлайди. Лекин кальций карбид ҳам ацетиленид бўлишига қарамай, зарба таъсирига барқарордир. Ундан ацетилен олиш учун кўп фойдаланилади.

Ацетилен ҳавода жуда дудли аланга, кислородда эса кўзни қамаштирадиган оқ аланга бериб ёниб, кўп иссиқлик энергияси ажратиб чиқаради. Ацетиленнинг кислород билан аралашмаси ёнганида температура 3500°C га етади. Ацетиленнинг ҳаво ва кислород билан аралашмасининг портлаш хавфи катта (учкун таъсирида портлайди).

Олиниши. Саноатда ва лабораторияда ацетилен кальций карбидни сув билан ўзаро таъсир эттириб олинади:



Ацетилен кўплаб миқдорларда метандан олинади:

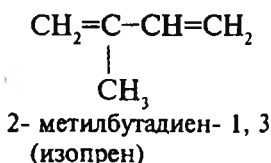
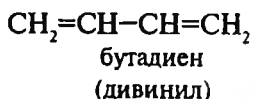


Ишлатилиши. Ацетилен саноатда кўпчилик кимёвий синтезларда бошланғич хом ашё сифатида ишлатилади. Ундан сирка кислота, синтетик каучук, поливинилхлорид смолалар олинади. Тетрахлорэтан $\text{CHCl}_2-\text{CHCl}_2$ — ацетиленга хлорнинг бирикиш маҳсулоти — ёғлар ва кўпчилик органик моддаларни яхши эритувчи ҳисобланади ва энг муҳими ўт олиш хавфи йўқлигидир. Ацетилендан металлларни автоген пайвандлашда фойдаланилади.

16.9- §. Диен углеводородлар

Углерод занжирида иккита қўшбоғ бўладиган углеводородлар *диен* углеводородлар дейилади. Уларнинг таркибини умумий C_nH_{2n-2} формула билан ифодалаш мумкин. Улар ацетилен углеводородларга изомердир.

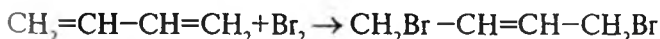
Диен углеводородларнинг номи тўйинган углеводородлар номидан охириги ҳарфини — *диен* қўшимчага қўшиб олиштириб ҳосил қилинади. Рақамлар билан қўшбоғларнинг занжирда жойлашган ўрни кўрсатилади. Масалан (қавслар ичида тривиаль номлари берилган):



Диен углеводородларнинг умумий халқаро номи — *алкадиенлар*. Алкадиенлар учун углерод занжирининг изомерияси ва қўшбоғларнинг ҳолат изомерияси бўлиши мумкин.

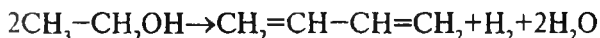
Молекулаларида қўшбоғлар оддий боғланишлар билан ажратилган алкадиенлар кўп ишлатилади, булар — дивинил, бошқача айтганда бутадиен- 1,3 (осон суюқликка айланадиган газ) ва изопрен, яъни 2- метилбутадиен- 1,3 (қайнаш температураси паст бўлган суюқлик).

Кимёвий хоссалари жиҳатидан бутадиен билан изопрен тўйинмаган углеводородларга ўхшайди — бириктириб олиш реакциялари улар учун хос реакциялардир. Одатда модда бу диенлар молекулаларининг учларига бирикади. Масалан, бром билан ўзаро таъсирлашганда қўшбоғлар узилади, чеккадаги углерод атомларига бром атомлари бирикади, эркин валентликлар эса қўшбоғ ҳосил қилади, яъни бирикиш натижасида қўшбоғ силжийди:

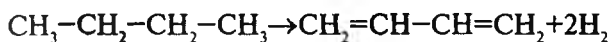


Бром мўл бўлганда унинг яна битта молекуласи қолган қўшбоғга бирикиши мумкин.

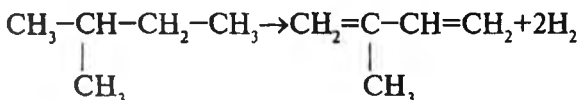
Бутадиен этил спирт буғларини катализатор устидан ўтказилганда (С. В. Лебедев усули) ҳосил бўлади:



Лекин саноатда бутадиен олишнинг энг истиқболли усули нефтни қайта ишлаш газларида ва йўлдош газларда бўладиган бутанни каталитик дегидрогенлашдир:



Изопентанни (2- метилбутанни) каталитик дегидрогенлаш йўли билан изопрен олинади:

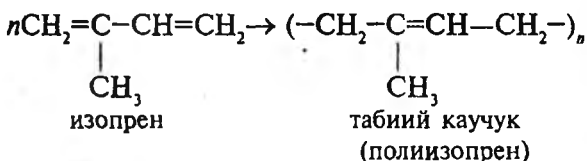


Бутадиен ва изопрен полимерланади ва сополимерланади, яъни бошқа тўйинмаган бирикмалар билан биргаликда полимерланади ва каучуклар ҳосил қилади.

16.10- §. Табиий ва синтетик каучуклар

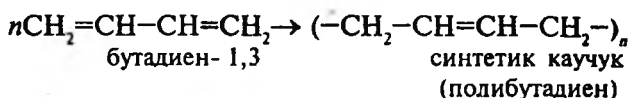
Каучуклар — эластик материаллар бўлиб, улардан вулканлаш (олтинугурт билан бирга қиздириш) йўли билан резина олинади. Каучуклардан самолёт, автомобиль ва велосипедларнинг ғилдираклари учун покришка ва камералар тайёрланади. Улар электр изоляцияси учун, саноат маҳсулотлари ва тиббиёт асбоблари ишлаб чиқариш учун ишлатилади.

Табиий каучук кимёвий таркибига кўра юқори молекуляр тўйинмаган углеводород бўлиб, таркиби $(\text{C}_5\text{H}_8)_n$, бунда n 1000 дан 3000 гача бўлади. Табиий каучук — изопреннинг полимери:



У каучукли ўсимликларнинг, асосан гевеянинг (Бразилия) ширасидан олинади. Бразилия — каучукнинг ватани.

Саноат миқёсида синтетик каучук дастлаб 1932 йилда С. В. Лебедев усули билан олинган. У дивинилни полимерлаб олинади. Катализатор (натрий метали) иштирокида борадиган полимерланиш жараёнини ушбу схема билан ифодалаш мумкин:



Лебедев усули бўйича синтетик каучук олиш учун хом ашё сифатида этил спирт ишлатилади. Эндиликда бутанни каталитик дегидрогенлаш йўли билан бутадиен олиш усули ишлаб чиқилган.

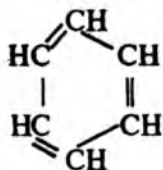
Лекин бутадиен каучук эластиклиги ва едирилишга чидамлилиги жиҳатидан табиий каучукдан кейин туради. Ҳозирги вақтда структураси табиий каучукникига ўхшаш стереорегуляр тузилган (унда метил группалар қатъий муайян тартибда жойлашган бўлади) изопрен каучук ишлаб чиқариш йўлга қўйилган. Стереорегуляр тузилишли бутадиен каучук ҳам олинган, у дивинил каучук дейилади. Стереорегуляр тузилган изопрен ва дивинил каучуклар хоссалари жиҳатидан табиий каучукка яқин туради, дивинил каучук эса едирилишга чидамлилиги жиҳатидан ҳатто табиий каучукдан устун туради.

Табиий ва синтетик каучукларнинг сифатини яхшилаш учун улар резинага айлантирилади. Резина — бу вулканланган каучук. Вулканлашнинг моҳияти шундан иборатки, каучукнинг чизиксимон (ипсимон) молекулаларига қўшбоғлар бор жойда олтингугурт атомлари бирикади ва бу молекулаларни гўё бир-бирига тикади. Вулканлаш натижасида ёпишқоқ ва бўш каучук эластик резинага айланади. Резина каучукдан пухта ва температура ўзгаришларига чидамлироқ бўлади.

16.11- §. Ароматик углеводородлар (аренлар)

Молекуласида атомларнинг ўзига хос боғланишли циклик группаси — бензол ядроси бор бирикмалар ароматик бирикмалар дейилади. Ароматик углеводородларнинг халқаро номи — аренлар.

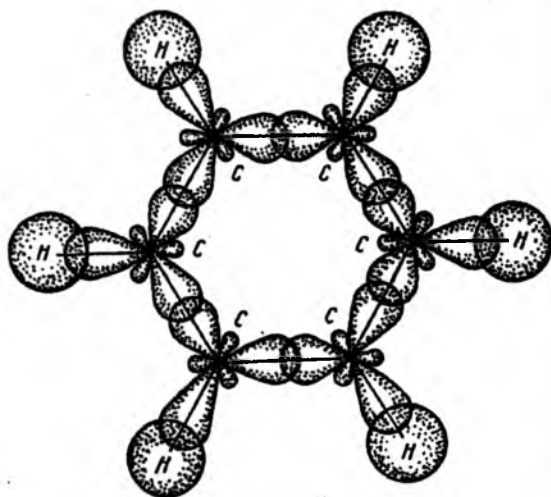
Аренларнинг энг оддий вакили бензол C_6H_6 . Бензол молекуласининг тузилишини акс эттирувчи формулани дастлаб немис кимёгари Кекуле таклиф этган (1865) эди:



Бензол молекуласида углерод атомлари тўғри ясси олтибурчаклик ҳосил қилади, лекин одатда у чўзиқ ҳолда чизилади.

Бензол молекуласининг тузилишини ацетилендан ҳосил бўлиш реакцияси (16.12- § га қ.) билан узил-кесил ишлатилади. Структура формуласида навбатлашиб келадиган учта бирламчи ва учта иккиламчи углерод-углерод боғланишлар тасвирланади. Лекин бундай тасвирлаш бензолнинг ҳақиқий тузилишини акс эттирмайди. Ҳақиқатда бензолда углерод-углерод боғланишлар тенг қимматли ва уларнинг хоссалари бирламчи боғланишларнинг ҳам, қўшбоғларнинг ҳам хоссаларига ўхшайди. Бу хусусиятлари бензол молекуласининг электрон тузилиши билан тушунтирилади.

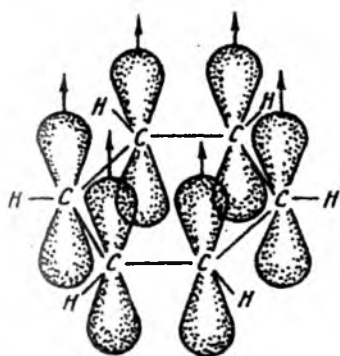
Бензолнинг электрон тузилиши. Бензол молекуласида углероднинг ҳар қайси атоми sp^2 -гибридланиш ҳолатида (3.2-§ га қ.) бўлади. У иккита қўшни углерод атомлари ва водород атоми билан учта σ -боғланиш орқали боғланган. Натижада ясси олтибурчаклик ҳосил бўлади: углероднинг олти атомининг ҳаммаси ва барча σ -боғланишлар C—C ва C—H битта текисликда ётади (16.1- расм.) Гибридланишда иштирок этмайдиган тўртинчи электроннинг



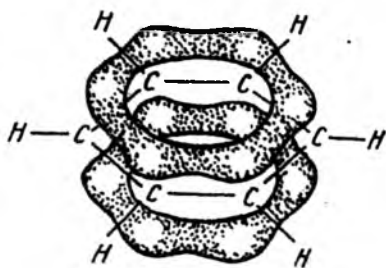
16.1- расм. Бензол молекуласида σ -боғланишлар ҳосил бўлиш схемаси.

(*p*-электроннинг) электрон булути гантел шаклида бўлади ва бензол ҳалқасининг текислигига перпендикуляр йўналади. Қўшни углерод атомларининг бундай *p*- электрон булутлари ҳалқа текислигининг усти ва остида бир-бирини қоплайди (16.2- расм). Натижада олтига *p*- электрон умумий электронлар булути ва барча углерод атомлари учун ягона кимёвий боғланишни ҳосил қилади. Катта электрон зичликнинг иккита соҳаси σ - боғланишлар текислигининг иккала томонида жойлашади (16.3- расм).

π - электрон будути углерод атомлари орасидаги масофанинг қисқаришига олиб келади. Бензол молекуласида бу масофалар бир хил ва 0,14 нм га тенг. Оддий ва қўшбоғларда бу масофалар тегишлича 0,154 ва 0,134 нм бўлур эди. Демак, бензол молекуласида оддий боғланишлар ҳам, қўшбоғлар ҳам йўқ. Бензол молекуласи — битта текисликда

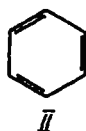
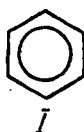


16.2- расм. Бензол молекуласида π - боғланишлар ҳосил бўлиш схемаси.



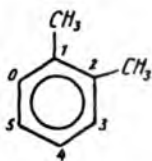
16.3- расм. Бензол молекуласида π - ва δ - боғланишлар.

ётадиган бир хил CH - группалардан таркиб топган барқарор олти аъзоли циклдир. Бензолда углерод атомлари орасидаги барча боғланишлар *тенг қимматли* бўлиб, бензол ядросининг ўзига хос хусусиятлари ана шу туфайлидир. Бу ҳолни бензолнинг ичига айлана чизилган (I) тўғри олтибурчаклик шаклидаги структура формуласи энг аниқ акс эттиради. (Айлана углерод атомлари орасидаги боғланишларнинг тенг қимматли эканлигини билдиради.) Лекин кўпинча қўшбоғларни кўрсатган ҳолда (II) Кекуле формуласидан ҳам фойдаланилади:

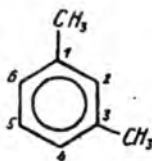


Бензолнинг гомологик қатори. Бензол гомологик қаторининг умумий формуласи C_nH_{2n-6} . Гомологларни бензолнинг молекуласидаги битта ёки бир неча водород атомлари ўрнини турли хил углеводород радикаллари эгаллаган ҳосилалари сифатида қараш мумкин. Масалан, $C_6H_5 - CH_3$ — метилбензол ёки толуол, $C_6H_4(CH_3)_2$ — диметилбензол ёки ксилол, $C_6H_5 - C_2H_5$ — этилбензол ва ҳ.

Бензолда барча углерод атомлари тенг қимматли бўлгани учун унинг биринчи гомологида — толуолда **изомерлар** йўқ. Иккинчи гомологи — диметилбензолнинг учта изомери бор, улар ўзаро метил группаларнинг (ўринбосарларнинг) бир-бирига нисбатан жойлашуви билан фарқ қилади. Бу **орто** (қисқартирилгани *о-*), яъни 1,2-изомер, унда ўринбосарлар қўшни углерод атомларида бўлади. Агар ўринбосарлар бири-биридан битта углерод атоми билан ажратилган бўлса, у ҳолда бу **мета**- (қисқартирилгани *м-*), яъни 1,3- изомер, агар иккита углерод атоми билан ажратилган бўлса, у ҳолда **пара**- (қисқартирилгани *п-*), яъни 1,4- изомер бўлади. Углеводород номида ўринбосарлар ҳарфлар (*о-, м-, п*) ёки рақамлар билан белгиланади. Масалан:



о-диметилбензол
орто- ксилол
1,2-диметилбензол



м-диметилбензол
мета- ксилол
1,3-диметилбензол



п-диметилбензол
пара- ксилол
1,4-диметилбензол

Стирол. Бензол молекуласида битта водород атоми **винил** радикалига алмашинса винилбензол, бошқача айтганда стирол $C_6H_5 - CH=CH_2$ ҳосил бўлади.

Стирол — хушбўй рангсиз, суюқлик, сувдан енгил, $145^\circ C$ да қайнайди. Туйинмаган углеводородларнинг хоссаларини

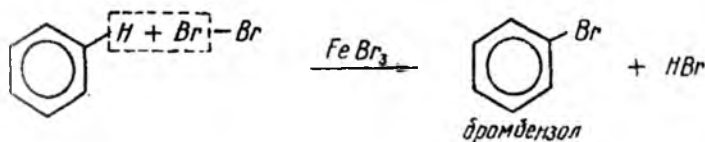
сақлаб қолган: бромли сувни ва калий перманганат эритмасини рангсизлантиради (винил радикалидаги қўшбоғ ҳисобига).

Стирол жуда осон полимерланиб, полистирол (16.7-§ га қ.) ҳосил қилади. Унинг бутадиен билан бирга полимерланиш хусусияти айниқса қимматлидир, бунинг натижасида бутадиен-стирол каучукларнинг турли навлари (иссиқбардош ва совуқбардош, едирилишга чидамли, жуда эластик, мойлар таъсирита чидамли) олинади. Улардан шиналар, транспортёр, эскалаторларнинг ленталари, енгил микроговак тагчарм ва бошқалар тайёрланади.

16.12- §. Бензол ва унинг гомологлари

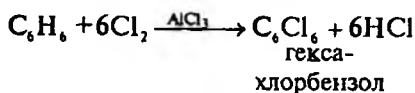
Хоссалари. Бензол — рангсиз, учувчан, ўт олиш хавфи бор, ўзига хос ҳидли суюқлик. Сувда амалда эримайди. Жуда дудли аланга бериб ёнади. Бензол буғлари ҳаво билан портловчи аралашма ҳосил қилади. Суюқ бензол ва бензол буғлари заҳарлидир. Одатдаги шароитда ароматик углеводородларнинг кўпчилиги рангсиз суюқликлар, сувда эримайди, ўзига хос ҳиди бор.

Кимёвий хоссалари жиҳатидан бензол ва бошқа ароматик углеводородлар тўйинган ва тўйинмаган углеводородлардан фарқ қилади. Улар учун хос реакциялар бензол ядросидаги водород атомларининг ўрнини олиш реакцияларидир. Бу реакциялар тўйинган углеводородлардагига қараганда осон содир бўлади. Органик бирикмаларнинг кўпчилиги шу йўл билан олинади. Масалан, бензол бром билан (катализатор FeBr_3 иштирокида) реакцияга киришганида водород атомининг ўрнини бром атоми олади:



Бромбензол — сувда эримайдиган рангсиз суюқлик.

Бошқа катализаторда бензолдаги ҳамма водород атомлари ўрнини галоген олиши мумкин. Масалан, бензолга алюминий хлорид иштирокида хлор юборилганда шундай бўлади:



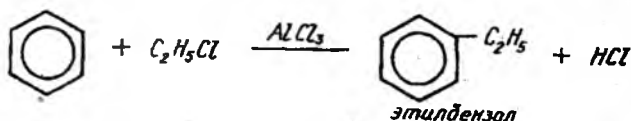
Гексахлорбензол — рангсиз кристалл модда, уруғларни дорилаш ва ёғочга шимдириш учун ишлатилади.

Агар бензолга концентрланган нитрат ва сульфат кислоталар аралашмаси (нитроловчи аралашма) таъсир эттирилса, у ҳолда водород атомининг ўрнини нитрогруппа NO_2 олади:

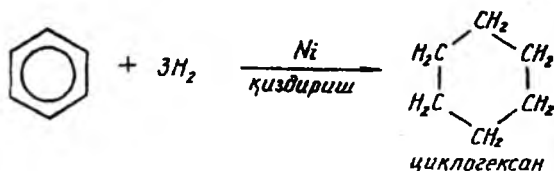


Бу бензолни нитролаш реакциясидир. Нитробензол — аччиқ бодом ҳидли, оч сариқ, мойсимон суюқлик, сувда эримайди, эритувчи сифатида, шунингдек, анилин одиш учун ишлатилади.

Бензолга алюминий хлорид иштирокида углеводородларнинг галогенли ҳосилаларини таъсир эттириб, бензол молекуласидаги водород атоми алкил радикалига алмаштириш мумкин:

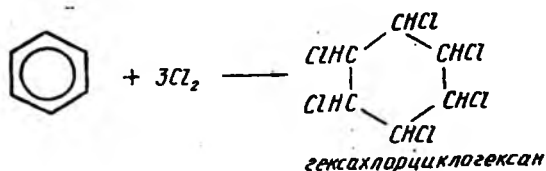


Бензолга бириктиш реакциялари жуда қийинлик билан боради. Уларнинг содир бўлиши учун махсус шароит зарур: температура ва босимни ошириш, катализатор танлаш, нур билан ёритиш ва ҳ. керак. Масалан, катализатор — никель ёки платина иштирокида бензол гидрогенланади, яъни водород бириктириб олиб, циклогексанга айланади:



Циклогексан — бензол ҳиди келадиган рангсиз учувчан суюқлик, сувда эримайди.

Ультрагунафша нур таъсир эттирилганда бензол хлорни бириктириб олади:



Гексахлорциклогексан, яъни гексахлоран — кристалл модда, ҳашаротларни йўқотиш учун кучли восита сифатида ишлатилади.

Бензол водород галогенидларни ва сувни бириктириб олмайди. У оксидловчилар таъсирига жуда барқарор. Тўйинмаган углеводородлардан фарқ қилиб, у бромли сувни ва KMnO_4 эритмасини рангсизлантирмайди. Одатдаги шароитда бензол ҳалқаси ҳатто қўпчилик бошқа оксидловчилар таъсир эттирилганда ҳам бузилмайди. Лекин бензол гомологлари тўйинган углеводородларга қараганда осон оксидланади. Бунда бензол ҳалқаси билан боғланган радикалларгина оксидланади:

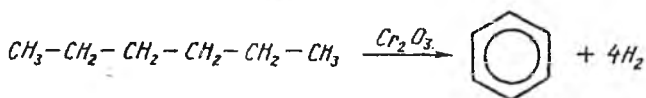


Шундай қилиб, ароматик углеводородлар ўрин олиш реакцияларига ҳам, бириктириб олиш реакцияларига ҳам киришиши мумкин, лекин бу реакциялар борадиган шароитлар тўйинган ва тўйинмаган углеводородларнинг худди шундай реакциялари шароитларидан анча фарқ қилади.

Олиниши. Бензол ва унинг гомологлари қўплаб миқдорларда нефтдан ва тошкўмирни қуруқ ҳайдаш (кокслаш) пайтида ҳосил бўладиган тошкўмир смоласидан олинади. Тошкўмир кокс-кимё ва газ заводларида қуруқ ҳайдалали.

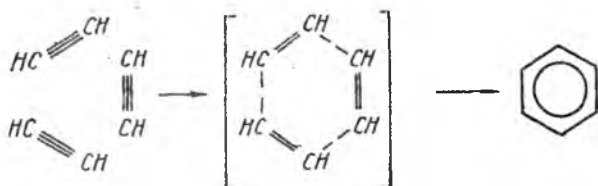
Циклогексаннинг бензолга айланиш реакцияси (дегидрогенланиш) бензолни 300°C да катализатор (платина ку-

куни) устидан ўтказилганда содир бўлади (16.4- §). Тўйинган углеводородларни дегидрогенлаш реакцияси билан ароматик углеводородларга ҳам айлантириш мумкин. Масалан:



Дегидрогенланиш реакциялари нефть углеводородларидан бензол қатори углеводородларини олиш учун фойдаланишга имкон беради. Улар углеводородларнинг турли хил группалари орасида боғланиш борлигини ва уларнинг бири-бирига айланиши мумкинлигини кўрсатади.

Н. Д. Зелинский Б. А. Казанский усули бўйича бензол олиш учун активланган кўмир солинган 600°C гача қиздирилган най орқали ацетилен ўтказилади. Ацетиленнинг учта молекуласининг полимерланиш жараёнини ушбу схема билан тасвирлаш мумкин:



Ишлатилиши. Бензол ва унинг гомологлари доридармон, пластмассалар, бўёқлар, заҳар моддалар ва бошқа кўпгина органик моддалар ишлаб чиқаришда кимёвий хом ашё сифатида ишлатилади. Улардан эритувчилар сифатида кенг фойдаланилади. Бензол қўшилганда мотор ёқилғисининг сифати яхшиланади.

16.13- §. Нефть ва уни қайта ишлаш

Нефть — тўқ қўнғир ёки деярли қора рангли, ўзига ҳоҳли, мойсимон суюқлик. У сувдан енгил (зичлиги $0,73 - 0,97 \text{ г/см}^3$), сувда амалда эрмайди.

Таркиби жиҳатдан нефть — молекуляр массаси турлич бўлган, асосан суюқ углеводородларнинг мураккаб аралаш маси (уларда қаттиқ ва газсимон углеводородлар эриган бўлади. Одатда, бу углеводородлар парафин углеводородлар

циклоалканлар, ароматик углеводородлардан иборат, турли сонлардаги нефтлар таркибида уларнинг нисбати турлича бўлади. Боку ва Эмба нефтларида циклоалканлар (беш ва олти аъзоли ҳадқали) кўп, Грозний ва Фарбий Украина нефтларида парафинлар, Урал нефтида — ароматик углеводородлар кўп бўлади. Нефть таркибида углеводородлардан ташқари кислородли, олтингугуртли ва азотли органик бирикмалар бўлади.

Нефтнинг ўзи шундай ҳолича одатда ишлатилмайди. Нефтьдан техникада қимматли бўлган маҳсулотлар олиш учун қайта ишланади.

Нефтни бирламчи қайта ишлаш уни ҳайдашдан иборат. Нефть нефтни қайта ишлаш заводларида йўлдош газлардан ажратилгандан кейин ҳайдалади. Нефть ҳайдалганда тиниқ маҳсулотлар: бензин (қайн. т. 40 дан 150 — 200°C гача), лигроин (қайн. т. 120 — 240°C), керосин (қайн. т. 150 — 300°C), газойль — соляр мойи (қайн. т. 300°C дан юқори), қолдиқда эса — қовушоқ қора суюқлик — мазут олинади. Мазут яна қайта ишланади. У пасайтирилган босимда (парчаланиб кетмаслиги учун) ҳайдалади ва сурков мойлари: урчуқ мойи, машина мойи, цилиндр мойи ва б. ажратиб олинади. Баъзи навли нефтлар мазутидан вазелин ва парафин ажратиб олинади. Мазутнинг ҳайдашдан кейин қолган қолдиғи *нефть қорамойи* ёки *гудрон* деб аталади.

Нефтни қайта ишлаш маҳсулотларидан турли мақсадларда фойдаланилади. Б е н з и н кўп миқдорларда авиация ва автомобиль ёқилғиси сифатида ишлатилади. У одатда молекулаларида ўртача 5 дан 9 тагача углерод атоми бор углеводородлардан таркиб топган бўлади.

Л и г р о и н дизель двигателлари учун ёқилғи, шунингдек лок-бўёқ саноатида эритувчи сифатида ишлатилади. Унинг кўп миқдори қайта ишланиб, бензинга айлантирилади.

К е р о с и н реактив двигателлар ва трактор двигателлари учун, шунингдек уй-рўзғорда ёнилғи сифатида ишлатилади. У молекуласида ўртача 9 дан 16 тагача углерод атомлари бор углеводородлардан таркиб топади.

С о л я р м о й и д а н мотор ёқилғиси сифатида, с у р к о в м о й л а р и д а н — механизмларни мойлаш учун фойдаланилади.

В а з е л и н д а н тиббиётда фойдаланилади. У суюқ ва қаттиқ углеводородлар аралашмасидан иборат.

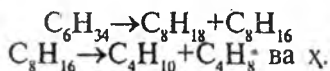
П а р а ф и н юқори карбон кислоталар олиш учун ишлатилади (17.15- § га қ.), гугурт ва қаламлар ишлаб чиқаришда, ёғочга шимдириш, шаъм, гуталин тайёрлаш ва ҳ. к. учун ишлатилади. У қаттиқ углеводородлар аралашмасидан иборат.

Г у д р о н — учувчан бўлмаган қорамтир масса, қисман оксидлангандан кейин асфальт олиш учун ишлатилади.

М а з у т қайта ишланиб сурков мойлари ва бензин олинишидан ташқари, ундан қозонларга ёқиладиган суюқ ёқилғи сифатида ҳам фойдаланилади.

Н е ф т н и и к к и л а м ч и қ а й т а и ш л а ш усулларида унинг таркибига кирадиган углеводородларнинг структураси ўзгаради. Бу усуллар орасида нефть углеводородларини крекинглаш (парчалаш) катта аҳамиятга эга бўлиб, у олинадиган бензин миқдорини ошириш учун қўлланилади.

Т е р м и к к р е к и н г д а бошланғич хомашё (мазут ва б.) 450 — 550°C температура ва 2 — 7 МПа босимда қиздирилади. Бунда углерод атомларининг сони кўп бўлган углеводородларнинг молекулалари углерод атомларининг сони кам бўлган тўйинган ва тўйинмаган углеводородларнинг молекулаларига ажралади. Масалан:



Автомобиль бензини асосан шу усул билан олинади. Унинг нефтдан олинадиган миқдори 70% га етади. Термик крекингни 1891 йилда рус инженери В. Г. Шухов кашф этган.

К а т а л и т и к к р е к и н г катализаторлар (одатда алюмосиликатлар) иштирокида 450°C ва атмосфера босимида ўтказилади. Бу усул билан авиация бензини олинади ва унинг унуми 80% га етади. Нефтнинг асосан керосин ва газойль фракциялари ана шу усулда крекингланади. Каталитик крекинглашда ажралиш реакциялари билан бир қаторда изомерланиш реакциялари ҳам содир бўлади. Бу реакциялар натижасида молекулаларининг углерод скелети тармоқланган тўйинган углеводородлар ҳосил бўлади, бу эса бензиннинг сифатини яхшилайди.

У г л е в о д о р о д л а р н и а р о м а т и з а ц и я л а ш, яъни парафинлар ва циклопарафинларни ароматик углеводородларга айлантириш муҳим каталитик жараён ҳисобланади. Нефть маҳсулотларининг оғир фрак-

циялари катализатор иштирокида (платина ёки молибден) қиздирилганда молекуласида 6 — 8 та углерод атомлари бўладиган углеводородлар ароматик углеводородларга айланади. Бу жараёнлар риформингда (бензинларни бойитишда) содир бўлади.

Крекинглаш жараёнларида жуда кўп газлар (крекинглаш газлари) ҳосил бўлади, улар таркибида асосан тўйинган ва тўйинмаган углеводородлар бўлади. Бу газлардан кимё саноати учун хомашё сифатида фойдаланилади.

Кейинги йилларда ёқилғи ва мойлар ишлаб чиқариш кўпайиши билан бир қаторда нефть углеводородларидан кимёвий хомашё манбаи сифатида ҳам кўп фойдаланилмоқда. Улардан турли усуллар билан пластмассалар, синтетик тола, синтетик каучук, спиртлар, кислоталар, синтетик ювиш воситалари, портловчи моддалар, заҳар моддалар, синтетик ёғлар ва б. ишлаб чиқариш учун зарурий моддалар олинмоқда.

16.14- §. Табиий газлар ва улардан фойдаланиш

Табиий газлар, нефть ва тошкўмир — углеводородларнинг асосий манбалари ҳисобланади.

Табиий газ таркибида молекуляр массаси кичик бўлган углеводородлар бўлади. Унинг тахминий таркиби (ҳажм жиҳатдан) қуйидагича: 80 — 98% метан, 2 — 30% унинг энг яқин гомологлари — этан, пропан, бутан ва озроқ миқдорда аралашмалар — водород сульфид, азот, нодир газлар, углерод (IV)- оксид ва сув буғлари. Масалан, Ставрополь конидан чиқадиган газ таркибида 97,7% метан ва 2,3% бошқа газлар, Саратов конидан чиқадиган газда — 93,4% метан, 3,6% этан, пропан, бутан ва 3% ёнмайдиган газлар бўлади.

Одатда, нефтда эриган ҳолда бўладиган ва уни қазиб олишда ажралиб чиқадиган йўлдош газлар ҳам табиий газлар жумласига киради. Йўлдош газлар таркибида метан камроқ, лекин этан, пропан, бутан ва юқори углеводородлар кўпроқ бўлади. Бундан ташқари, улар таркибида нефть конларига алоқадор бўлмаган бошқа табиий газлардаги каби қўшимчалар, чунончи: водород сульфид, азот, нодир газлар, сув буғлари, карбонат ангидрид бўлади.

Илгари йўлдош газлар ишлатилмас ва нефть қазиб олишда машғала усули билан ёндириб юборилар эди. Ҳозирги

вақтда уларни тутиб қолишга ва ёқилғи сифатида ҳам, қимматли кимёвий хомашё сифатида ҳам фойдаланишга ҳаракат қилинмоқда. Йўлдош газлардан, шунингдек нефтни крекинглашда олинадиган газлардан паст температураларда ҳайдаш йўли билан алоҳида-алоҳида углеводородлар олинади. Пропан ва бутандан дегидрогенлаш йўли билан тўйинмаган углеводородлар — пропилен, бутилен ва бутadiен олинади, сўнгра улардан каучук ва пластмассалар синтез қилинади.

Табиий газдан иссиқлик бериш хусусияти юқори бўлган (1 м^3 газ ёқилганда $54\,400 \text{ кЖ}$ гача иссиқлик чиқади) арзон ёқилғи сифатида фойдаланилади. Бу турмуш ва саноат эҳтиёжлари учун ишлатиладиган ёқилғиларнинг энг яхши турларидан биридир. Бундан ташқари, табиий газ кимё саноати учун қимматли хомашё ҳисобланади.

Табиий газларни қайта ишлашнинг кўп усуллари ишлаб чиқилган. Қайта ишлашдан асосий мақсад — тўйинган углеводородларни анча актив — тўйинмаган углеводородларга айлантиришдан иборат, сўнгра тўйинмаган углеводородлар синтетик полимерларга (каучук, пластмассаларга) айлантирилади. Бундан ташқари, углеводородларни оксидланиш йўли билан органик кислоталар, спиртлар ва бошқа маҳсулотлар олинади.

Кейинги йилларда тошкўмир, торф ва сланецларни қайта ишлаш йўли билан газ ишлаб чиқариш анча кўпайди. Кўмир ҳам табиий газлар ва нефть сингари энергия манбаи ва қимматли кимёвий хомашё ҳисобланади.

Тошкўмирни қайта ишлашнинг асосий усули — кокслаш (қуруқ ҳайдаш)дир. Кокслашда (ҳавосиз жойда $1000 - 1200^\circ\text{C}$ да қиздиришда) турли хил маҳсулотлар: кокс, тошкўмир смоласи, аммиакли сув ва кокс гази олинади. Кокс газининг тахминий таркиби: 60% водород, 25% метан, 5% углерод (II)- оксид, 2% азот (IV)- оксид, 2% этилен ва 2% бошқа газлар.

Кокс гази кокс печларини иситиш учун ишлатилади (унинг 1 м^3 ёнганда $18\,000 \text{ кЖ}$ га яқин иссиқлик чиқади), лекин у асосан кимёвий қайта ишланади. Масалан, унда азотли ўғитлар олиш учун фойдаланиладиган аммиак синтез қилиш учун водород ажратиб олинади.

Тошкўмир смоласи ароматик углеводородлар манбаи ҳисобланади. У ректификацион усулда ҳайдалади ва бензол

толуод, ксилол, нафталин, шунингдек феноллар, азотли бирикмалар ва б. олинади. Қорамой — смола ҳайдалгандан кейин қолган қуюқ қора массадаан электродлар ва томга ёпиладиган толь тайёрлаш учун фойдаланилади.

16.15- §. Намунавий масалалар ечиш

1- масала. Водород бўйича зичлиги 21 бўлган газсимон углеводород ёндирилганда 8,4 л углерод (IV)- оксид (газнинг ҳажми нормал шароитда ўлчанган) ва 6, 75 л сув олинди. Углеводороднинг формуласини аниқланг.

Ечиш. 8,4 л углерод (IV)- оксиддаги углероднинг массасини аниқлаймиз. Углероднинг моляр массаси 12 г/моль га тенг. 1·22,4 л CO_2 таркибида 1·12 г=12 г углерод бор

$$22,4 \text{ л } \text{CO}_2 - 1,2 \text{ г C}$$

$$8,4 \text{ л } \text{CO}_2 - x \text{ г C}$$

Пропорция тузамиз: $22,4 : 12 = 8,4 : x$, бундан

$$x = \frac{8,4 \cdot 12}{22,4} \text{ г} = 4,5 \text{ г.}$$

6,75 г сувдаги водороднинг массасини аниқлаймиз (сувнинг моляр массаси — 18 г/моль, водород атомлариники — 1 г/моль). 1·18 г=18 г H_2O да 2·1=2 г Н бўлади:

$$18 \text{ г } \text{H}_2\text{O} - 2 \text{ г H}$$

$$6,75 \text{ г } \text{H}_2\text{O} - y \text{ г H}$$

Пропорция тузамиз: $18 : 2 = 6,75 : y$,

$$y = \frac{6,75 \cdot 2}{18} \text{ г} = 0,75 \text{ г.}$$

Углеводороднинг моляр массаси $2D_{\text{H}_2} = 2 \cdot 21 \text{ г/моль} = 42 \text{ г/моль}$. Углеводороднинг формуласини C_pH_q деб тасаввур қиламиз, бунда p ва q — бир моль моддадаги С ва Н молларининг сони. Углерод билан водороднинг массаларини уларнинг моляр массаларига бўлиб, p билан q орасидаги нисбатни топиш мумкин:

$$p : q = \frac{4,5}{12} : \frac{0,75}{1} = 0,375 : 0,75,$$

яъни

$$p : q = 1 : 2$$

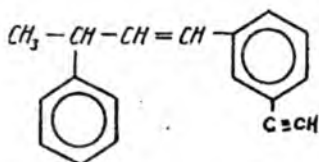
(а)

p ва q катталикларни углеводороднинг моляр массаси билан ҳам боғлаш мумкин:

$$12p + 1d = 42$$

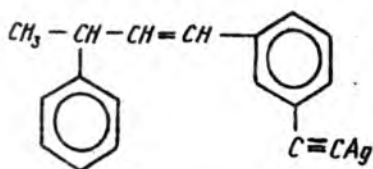
(а) ва (б) тенгламалар системасини ечиб, $p=3$ ва $q=$ эканлигини топамиз, яъни углеводороднинг формуласи $C_{15}H_{12}$ экан.

2- масала. Углеводород қуйидагича тузилган:

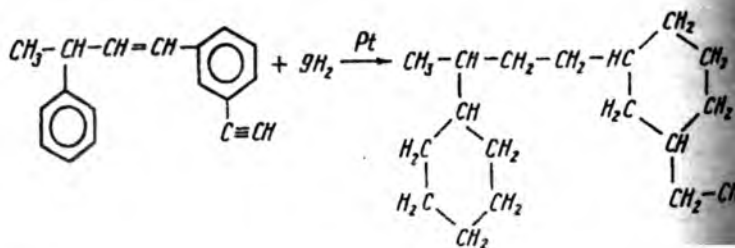


У кумуш оксиднинг аммиакдаги эритмаси билан реакцияга киришадими? 0,1 моль углеводородни каталитик гидрогенилаш учун нормал шароитда ўлчанган неча литр водород керак? Катализатор йўқлигида 11,6 г углеводород 3% д.б. бромли сувдан неча грамини рангсизлантириши мумкин?

Ечиш. Углеводород молекуласида алкинлар учун ҳосил бўлган учламчи боғланиш бор. Кумуш оксиднинг аммиакдаги эритмаси билан ўзаро таъсир эттирилганда учламчи боғланишли углерод атомидаги водород ўз ўрнини металл осон беради ва ушбу бирикма ҳосил бўлади:

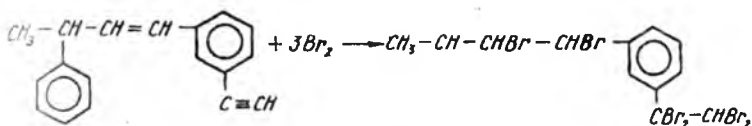


Платина катализатор иштирокида каталитик гидрогенилаш қуйидаги тенгламага мувофиқ боради:



Демак, 1 моль углеводородни каталитик гидрогенлаш учун 9 моль H_2 , 0,1 моль углеводородни гидрогенлаш учун 0,9 моль H_2 керак булади, у нормал шароитда $0,9 \cdot 22,4 = 20,16$ л ҳажмни эгаллайди.

Бромли сувдаги бром катализатор йўқлигида фақат қўшбоғга ва учламчи боғланишга бирикади:



Углеводороднинг моляр массаси 232 г/моль га, бромники—
—160 г/молга тенг.

1·232 г=232 г углеводородни бромлаш учун 3·160 г=480 г Br₂ керак бўлади:

$$\begin{array}{l} 232 \text{ г углеводородга} - 480 \text{ г Br}_2 \\ 11,6 \text{ г углеводородга } x \text{ г Br}_2 \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $232 : 480 = 11,6 : x$

$$x = \frac{11,6 \cdot 480}{232} \text{ г} = 24 \text{ г}$$

100 г бромли сувда 3 г бром борлигига асосланиб, 3% ли бромли сувнинг массасини аниқлаймиз:

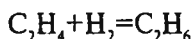
3 г Br — 100 г бромли сувда
24 г Br — y г бромли сувда

Пропорция тузамиз: $5 : 100 = 24 : y$

$$y = \frac{21 \cdot 100}{3} \text{ г} = 800 \text{ г}.$$

3- масала. Этан билан этиленнинг 3 л аралашмасига 2 л водород қўшилди. Газларнинг аралашмаси платина катализатор устидан ўтказилди. Бошланғич шароитга келтирилгандан кейин аралашманинг ҳажми 3,8 л бўлди. Аралашмадаги углеводородларнинг ҳажмий улушлардаги ҳажмини аниқланг.

Ечиш. Платина катализатор иштирокида водород билан Этилен реакцияга киришади:



Аралашманинг ҳажми $3+2-3,8=1,2$ л камайди. Барча газларнинг бир хил миқдорлари бир хил шароитда бир хил ҳажмини эгаллайди. Реакцияга киришган этиленнинг ҳажмини x орқали белгилаймиз; у ҳолда реакцияга киришган водороднинг ҳажми ва реакция натижасида ҳосил бўлган этаннинг ҳажми ҳам x га тенг бўлади. Бундан $x+x-x=1,2$ ёки $x=1,2$ л, яъни реакцияга 1,2 литрдан этилен ҳамда водород киришган. Демак, водород ортиқча миқдорда олинган ва аралашмада этилен 1,2 л бўлган. Водороднинг ҳажмий улуши қуйидагича:

$$\frac{1,2 \cdot 100}{3} = 40\%.$$

Аралашмада этилен $3-1,2=1,8$ л бўлган; унинг ҳажмий улуши қуйидагича:

$$\frac{1,8 \cdot 100}{3} = 60\%.$$

4- масала. Алюминий хлорид иштирокида 100 мл бензол (зичлиги 0,879 г/мл) орқали мўл хлор ўтказилганда ажралиб чиққан газ пропиленнинг бензолдаги мўл эритмаси орқали ўтказилди. Бунда қандай модда ҳосил бўлган? Иккала босқичда ҳосил бўлган маҳсулотлар миқдори назарий жиҳатдан ҳосил бўлиши мумкин бўлган миқдорининг 70% ни ташкил этганлиги маълум; охириги ҳосил бўлган модданинг массасини аниқланг.

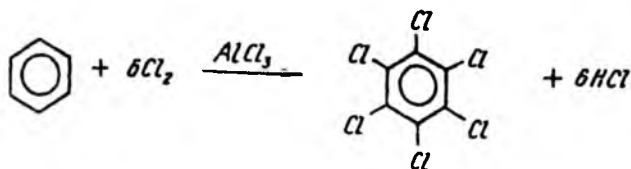
Ечиш. Бензолнинг массаси қуйидагича бўлади:

$$100 \cdot 0,879 \text{ г} = 87,9 \text{ г}.$$

Бензолнинг моляр массаси 78 г/моль га тенг, демак, 87,9 г қуйидагича бўлади:

$$\frac{87,9}{78} \text{ моль} = 1,27 \text{ моль бензол}$$

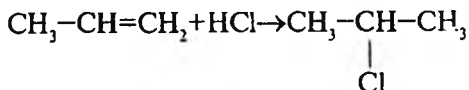
AlCl_3 иштирокида хлор билан реакция қуйидаги тенгламага мувофиқ болади:



Демак, $1,127$ моль бензолдан $1,127 \cdot 6$ моль $= 6,76$ моль HCl ҳосил бўлади. Маҳсулот унуми 70% эканлигини эътиборга олсак, қуйидаги миқдорда водород хлорид ажралиб чиққанлигини топамиз:

$$\frac{6,76 \cdot 70}{100} \text{ моль} = 4,73 \text{ моль водород хлорид}$$

Водород хлорид бензолда эриган пропилен билан реакцияга киришиб, 2- хлорпропан ҳосил қилади:



$4,73$ моль водород хлорид бирикканида $4,73$ моль 2- хлорпропан ҳосил бўлиши керак, лекин маҳсулот унумини эътиборга олсак, унинг қуйидаги миқдорда ҳосил бўлганлигини аниқлаймиз:

$$\frac{4,73 \cdot 70}{100} \text{ моль} = 3,31 \text{ моль}$$

$\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$ нинг моляр массаси $78,5$ г/моль га тенг, демак, охириги маҳсулот миқдори қуйидагича бўлган:

$$3,31 \cdot 78,5 \text{ г} = 259,8 \text{ г.}$$

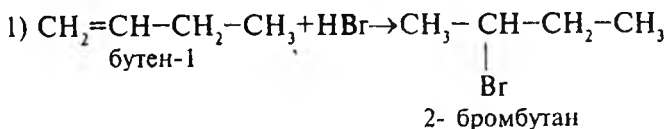
16- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УЛАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

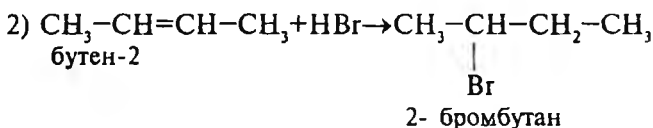
16.1. Ҳар хил бутенлардан ташкил топган бутенларга водород бромид билан ишлов бериш натижасида қандай маҳсулотлар ҳосил қилиш мумкин?

1) 1- бромбутан; 2) 2- бромбутан; 3) 1- бром- 2- метилпропан; 4) 2- бром- 2- метилпропан.

А) 1, 2 В) 1, 3 С) 1, 4 Д) 2, 4 Е) 3, 4

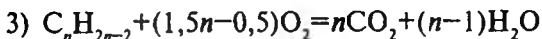
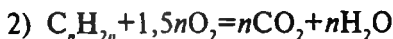
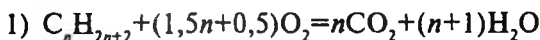
Ечиш: Турли хил бутенларнинг HBr билан таъсирлашиши натижасида қуйидагилар бўлиши мумкин:





Жавоб: Д бўлади.

А) метан В) бутен С) бутан Д) этан Е) пропилен



Тест шарида келтирилган углеводородлардаги углерод атомлари сонининг ортиб бориш тартиби қуйидагича бўлади:

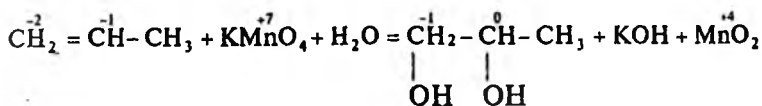
Охирги икки хил алкан ва алкенлардан биринчисинин ёнишида $7,5 \cdot 4 + 2,5 = 32,5$ моль ҳаво, иккинчиси ёнишида эс $7,5 \cdot 4 = 30$ моль ҳаво керак бўлади.

Жавоб: С бўлади.

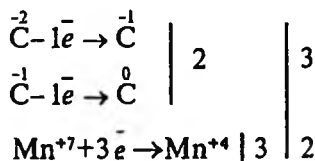
16.3. Калий перманганатнинг сувдаги эритмаси орқали пропиленни ўтказилганда қайси маҳсулот ҳосил бўлади?

А) пропион альдегид В) пропанол-2 С) пропион кислота, Д) пропиленгликол-1,2 Е) пропанол-1.

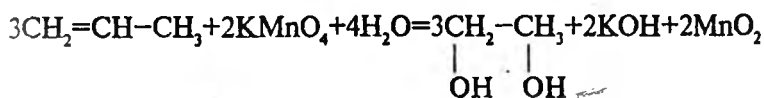
Ечиш: Реакция тенгламасини тузамиз:



Электрон силжиш схемаси:



Тенгламага тегишли коэффициентларни қўйиб чиқамиз:



Жавоб: Д бўлади.

16.4. Табиий газдан 46 кг чумоли кислота олиш учун талаб этиладиган газ ҳажмини (м³, н.ш.) ҳисобланг.

А) 15,6 В) 18,5 С) 23,3 Д) 26 Е) 29,2

Ечиш: Метаннинг юмшоқ шароитда оксидланиш реакция тенгламаси



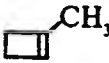
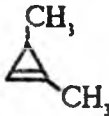
Тенгламадан 46 г чумоли кислота олиш учун 22,4 л кислород талаб этилиши кўриниб турибди. Назарий жиҳатдан 46 кг кислота учун 22,4 м³ метан керак. Табиий газдан эса $V(\text{CH}_4) = (\text{табиий газ}) \cdot 0,96$ дан
 $V(\text{табиий газ}) = V(\text{CH}_4) : 0,96 = 23,3 \text{ м}^3$ бўлади.

Жавоби: С бўлади.

16.5. Таркиби C₅H₈ бўлган ёпиқ занжирли углеводородларнинг изомерлари сони нечта бўлиши мумкин?

А) 6 В) 7 С) 8 Д) 9 Е) 10

Ечиш: Келтирилган формула циклопентенга мос келади. Унинг изомерлари қуйидагича бўлиши мумкин:

- 1)  циклопентен; 2)  1- метилциклобутен-1;
 3)  2- метилциклобутен-1;
 4)  1- этилциклопропен-1;
 5)  3- этилциклопропен-1;
 6)  3,3-диметилциклопропен-1;
 7)  2,3-диметилциклопропен-1;
 8)  1,2-диметилциклопропен-1.

Жавоб: В бўлади.

17- Б О Б. КИСЛОРОДЛИ ОРГАНИК БИРИКМАЛАР

17.1- §. Тўйинган спиртлар

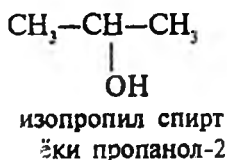
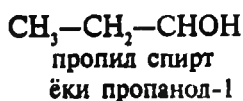
Углерод, водород ва кислород атомларидан таркиб топган кислородли органик бирикмаларга спиртлар, феноллар, альдегидлар, кетонлар, карбон кислоталар, оддий ва мураккаб эфирлар, углеводлар ва б. киради. Уларнинг кимёвий хоссалари молекулаларида турли хил функционал группалар борлиги билан аниқланади.

Спиртлар — молекулаларида углеводород радикали билан боғланган битта ёки бир нечта гидроксил группалар бўладиган органик бирикмалардир.

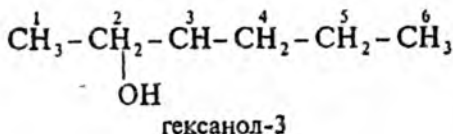
Уларни углеводородларнинг молекулаларидаги битта ёки бир неча водород атомлари ўрнини гидроксил группалар олган ҳосилалари сифатида қараш мумкин.

Спиртларнинг номенклатураси ва изомерияси. Спиртларнинг номи радикаллар номидан, шунингдек углеводородлар номидан *-ол* қўшимча қўшиш (халқаро номи) билан ҳосил қилинади: CH_3OH — метил спирт ёки метанол, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ — этил спирт ёки этанол, $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ — пропил спирт ёки пропанол ва ҳ. Бу спиртлар гомологик қаторни ҳосил қилади, чунки улар молекулаларининг таркиби жиҳатидан бир-биридан гомологик фарқ билан фарқланади. Гомологик қаторнинг умумий формуласи $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ ёки $\text{R} - \text{OH}$, бунда $\text{R} -$ углеводород радикали.

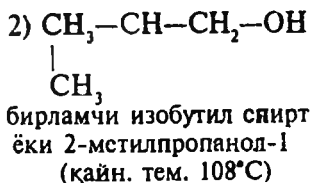
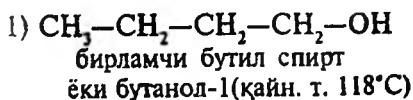
Гомологик қаторнинг учинчи аъзосидан — пропанолдан бошлаб спиртларда изомерлар пайдо бўлади:

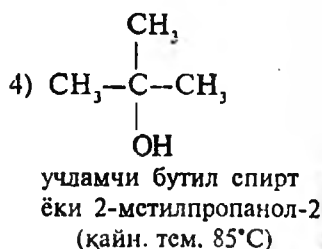
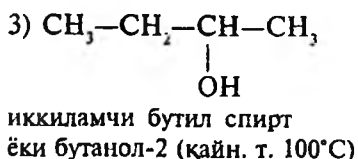


Халқаро номенклатурага мувофиқ гидроксил группа қайси углерод атоми билан боғланганлиги спирт номидан кейин рақам билан кўрсатилади, масалан:



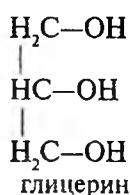
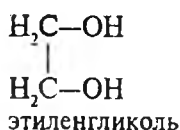
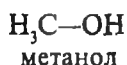
Спиртларда изомерлар сони тегишли тўйинган углеводородларникига қараганда доимо кўп бўлади. Масалан, бутаннинг иккита изомери бор (нормал бутан ва изобутан, 15.3- §), бутил спиртники — тўртта:





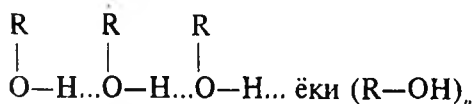
Бу ерда «бирламчи», «иккиламчи» ва «учдамчи» деган сўзлар билан гидроксил группанинг ўрни аниқланади. Кўриниб туриптики, спиртларда изомерлар сони радикалларнинг тузилишига ва гидроксил группанинг жойлашган ўрнига боғлиқ.

Агар спирт молекуласида битта гидроксил группа бўлса, у ҳолда спирт бир атомли, иккита бўлса — икки атомли, учта бўлса — уч атомли дейилади ва ҳ. Бир атомли, икки атомли ва уч атомли спиртларнинг энг оддий вакиллари тегишлича метанол, этилен-гликоль ва глицериндир;



Спиртларнинг хоссалари. Қуйи спиртлар — сувоқдиқлар, углерод атомларининг сони 12 тадан кўп бўлган юқори спиртлар — қаттиқ моддалар. Спиртларнинг ҳаммаси сувдан енгил. Уларнинг молекуляр массаси ортиши билан сувда эрувчанлиги камаяди. Метил ва этил спиртлар сув билан исталган нисбатда аралашади.

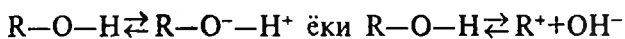
Спиртларнинг молекулалари орасида водород боғланишлар (3.6- §) вужудга келганлиги сабабли улар ассоциланган бўлади:



Спиртлар гомологик қаторининг дастлабки аъзолари —

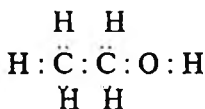
суюқликлар эканлиги ва уларнинг қайнаш температураси нисбатан юқорилиги молекулаларининг ассоциланганлиги билан тушунтирилади. Спиртларнинг сувда яхши эришига сабаб уларнинг молекулалари билан сув молекулалари орасида водород боғланишлар ҳосил бўлишидир. Гомологик қаторнинг кейинги аъзоларида эрувчанлигининг камайиши углеводород радикалида углерод атомларининг сони кўпайиши туфайлидир. Водород боғланишлар пухта эмас ($17 - 22$ кЖ/моль) ва спиртлар бугланганда осон узилади.

Спиртларнинг кимёвий хоссаларига уларнинг молекулаларида $C-O$ ва $O-H$ қутбли ковалент боғланишлар борлиги сабаб бўлади. Спиртлар кимёвий реакцияларга киришганда шу боғланишлардан бири узилади. Иккала боғланиш ҳам қутбли бўлгани учун улар ионли (гетероли-тик) механизм бўйича узилиб, органик анионлар ёки катионлар ҳосил қилади:



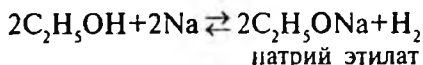
Спиртлар ионларга жуда оз даражада диссоциланади, шу сабабли спиртлар нейтрал реакция беради—уларнинг ишти-рокида лакмус ёки фенолфталеиннинг ранги ўзгармайди.

Масалан, этил спиртнинг электрон формуласидан

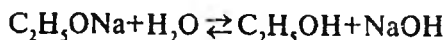


шундай хулоса чиқариш мумкин: кислород атомини водород атоми билан боғлайдиган электронлар жуфти электр-манфийроқ атом бўлган кислород атоми томонига силжи-ган. Водороднинг бу атоми спирт молекуласидаги бошқа водород атомларидан фарқ қилади, унинг кислород атоми билан боғланиши углерод ҳамда водород атомлари ораси-даги боғланишга қараганда бўшроқдир. Шу сабабли гидро-ксил группа водородининг ўрнини осонгина металл олиши мумкин.

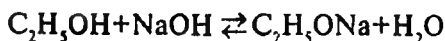
Ҳақиқатан ҳам, спиртлар натрий ёки калий метали билан шиддатли реакцияга киришади ҳамда водород ажратиб чиқаради ва *алкоголятлар* ҳосил қилади:



Алкоголятлар — беқарор моддалар бўлиб, сув таъсирида спирт билан ишқорга ажралади:

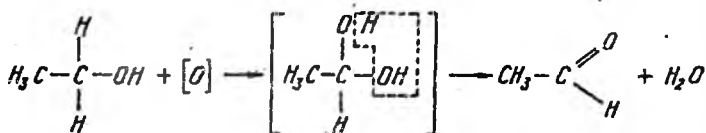


Бир атомли спиртлар ишқорлар билан қайтар реакцияга киришади:



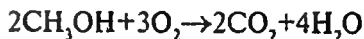
Бунда мувозанат спирт билан ишқор томонига жуда силжиган бўлади. Лекин маълум шароитларда (масалан, сув йўқотиб турилганда) уни алкоголят томонга силжитиш мумкин. Саноатда натрий этилатнинг олиниши ана шунга асосланган.

Спиртлар $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$, каби оксидловчилар таъсирида, катализаторлар (платина, мис) иштирокида ҳаво кислороди таъсирида анча осон оксидланади. Бунда гидроксил группанинг таъсири билинади; чунончи, кислород OH группа билан боғланган углерод атомига бирикади:

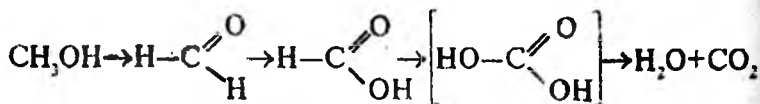


Бунда битта углерод атомида иккита гидроксил группаси бор спирт оралиқ маҳсулот бўлади. Бундай спиртлар беқарор ва альдегид билан сувга ажралиб кетади.

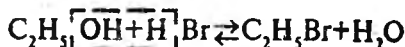
Қўпчилик бошқа органик бирикмалар сингари спиртлар ҳам ёнади: Масалан:



Ёнишни энг қўп даражада оксидланиш деб тасаввур қилиш мумкин. У ҳолда метил спиртнинг оксидланишини ушбу схема билан ифодаласа бўлади:

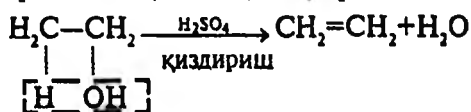


Спиртлар водород галогенидлар билан реакцияга киришади:

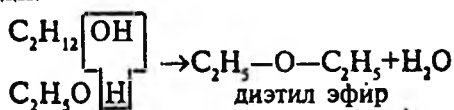


Бу реакцияда функционал группа ўрнини бром олади. Реакция қайтар: ишқор иштирокида мувозанат бошланғич моддалар томонига, кислота мўл бўлганида эса — охириги моддалар томонига силжийди.

Спиртларнинг муҳим хоссаси — уларнинг *дегидратланиш* (сувини йўқотиш) хусусиятидир. Спирт сувни тортиб олувчи моддалар, масалан концентрланган сульфат кислота билан қиздирилганда ($>140^{\circ}\text{C}$) дегидратланади:



Бу ҳолда сув молекуласи спиртнинг битта молекуласидан ажралиб чиқди. Бошқа шароитларда (спирт кўп бўлганда ва анча паст температурада, сувнинг молекуласи спиртнинг иккита молекуласидан ажралиб чиқади, натижада оддий эфир ҳосил бўлади:



Оддий эфирлар

Оддий эфирлар — молекуласи кислород атоми билан бириккан углеводород радикалларида таркиб топган органик моддалардир: $\text{R}'-\text{O}-\text{R}''$, бунда R' ва R'' — бир хил ёки турли хил радикаллар.

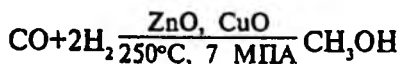
Диэтил эфир — кўпчилик органик моддаларни яхши эритувчи, газламаларни тозалашда, тиббиётда — хирургик операцияларда ишлатилади, чунки оғриқсизлантириш таъсири бор.

Бир атомли спиртларнинг алоҳида вакилларида метанол билан этанолни, икки атомлилардан — этиленгликолни, уч атомлилардан — глицеринни кўриб чиқамиз.

17.2- §. Метанол ва этанол

Метил спирт. Метил спирт (бошқача номлари: метанол, карбинол, ёғоч спирти) — энг оддий бир атомли спирт, рангсиз суюқлик. Кучли заҳар (озроқ ичилганда кўзни кўр қилади, кўпи — ўлдиради). Ҳозирги олиниш усули —

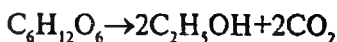
углерод (II)- оксид билан водороддан каталитик синтез қилиш (температура 250°C, босим 7 МПа, катализатор — рух ва мис (II)- оксидлар аралашмаси):



Илгари метанол ёғочни қуруқ ҳайдаб олинадиган эди («ёғоч спирти» деган номи шундан келиб чиққан). У эритувчи сифатида ва турли хил органик синтезларда — формальдегид, баъзи бўёқлар, фотореактивлар, фармацевтика препаратлари олишда ишлатилади.

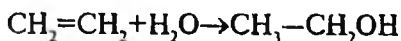
Этил спирт. Этил спирт, бошқача айтганда этанол — рангсиз суюқлик. 78,3°C да қайнайди, — 114°C да музлайди. Салгина шўълаланадиган аланга бериб ёнади.

Этил спирт шакарли моддаларни ачиткилар иштирокида бижғитиш йўли билан олинади. Бижғитишнинг моҳияти шундан иборатки, крахмалдан олинадиган глюкоза, яъни узум шакари $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ферментлар таъсирида спирт билан углерод (IV)- оксидга ажралади. Бу мураккаб кўп босқичли жараённинг умумий натижаси ушбу тенглама билан ифодаланади:



Спирт ишлаб чиқаришда крахмалга бой табиий маҳсулотлар: картошка, буғдой ва б. бошланғич материал сифатида ишлатилади. Ҳозирги вақтда этил спирт овқат бўлмайдиган маҳсулотлардан ҳам олинмоқда. Уни ёғоч чиқиндиларидан олиш кенг ривожланган: бунда ёғоч глюкозага (17.18- § га қ.), глюкоза — спиртга айланади.

Этил спирт олишнинг энг янги усули нефтни крекинглашда кўплаб миқдорларда олинадиган этиленни гидратлаш реакциясига асосланган:



Реакция 260 — 300°C температура, 7,5 — 10 МПа босимда ва кислотали катализаторлар (кадмий, мис, кобальт тузлари қўшилган алюмосиликат билан фосфат кислотанинг аралашмаси) иштирокида боради. Келажакда спиртни овқат бўлмайдиган маҳсулотдан — ёғочдан ва нефтни қайта ишлаш газларидан олишга батамом ўтилади.

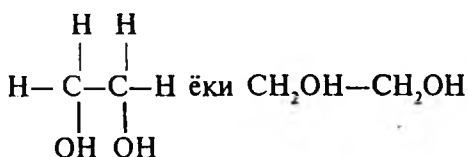
Этил спирт — халқ ҳўжалиги эҳтиёжлари учун жуда зарур маҳсулот. У синтетик каучук олиш ва пластмассалар

ишлаб чиқаришда кўплаб миқдорларда сарфланади. Этанолдан атир, дори-дармон, бўёқлар тайёрлашда эритувчи сифатида, шунингдек, анатомик препаратларни консервдалашда фойдаланилади. У кўпчилик органик моддаларни: диэтилэфир, бўёқлар, сирка кислота, тутунсиз ўқ-дори ва б. олишда ишлатилади. Этил спирт билан бензиннинг аралашмасидан ички ёнув двигателлари учун ёнилғи сифатида фойдаланиш мумкин. У кўпинча денатурланади, яъни спиртта ичишга яроқсиз қилиш учун бошқа моддалар ва бўёқлар қўшилади.

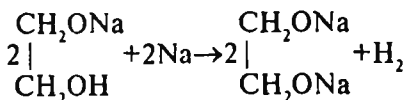
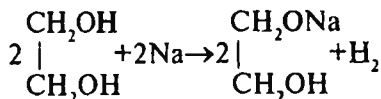
17.3- §. Этиленгликоль ва глицерин

Этиленгликоль. Этиленгликоль — тўйинган икки атомли спиртлар — гликоллarning вакилидир. Гликоллар қаторининг умумий формуласи $C_nH_{2n}(OH)_2$. Унинг кўпчилик вакиллари ширин таъмли бўлгани учун ҳам гликоллар деган ном берилган (грекча «гликос» — ширин).

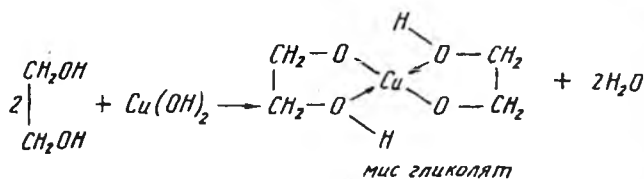
Этиленгликоль (ўринбосар номенклатурага кўра — этандиол - 1,2) — ширин таъмли, шарбатсимон суюқлик, ҳидсиз, заҳарли. Сув ва спирт билан яхши аралашади, гигроскопик. Унинг структура формуласи.



Этиленгликолнинг кимёвий хоссалари асосан бир атомли спиртларнинг хоссаларига мувофиқ келади. Бунда реакциялар битта гидроксил гурппада ҳам, иккала гидроксил гурппада ҳам бориши мумкин. Масалан, этиленгликоль ишқорий металллар билан чала ва тўлиқ гликолятлар ҳосил қилади:

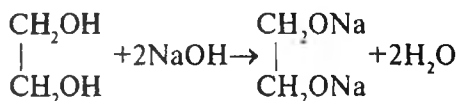


Бир атомли спиртлардан фарқ қилиб, этиленгликоль мис (II)- гидроксил билан осон реакцияга киришади ва очик кўк рангли мис гликолят ҳосил қилади:

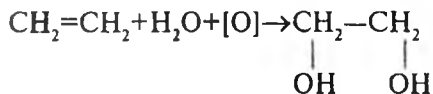


Мис гликолят — мураккаб (комплекс) бирикма (донор-акцепторли механизм бўйича кимёвий боғланишлар ҳосил бўлиши стрелка билан кўрсатилган).

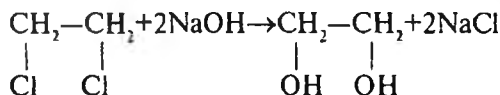
Этиленгликоль ўювчи ишқорлар билан ҳам реакцияга киришади:



Этиленгликоль этиленни калий перманганат эритмаси билан оксидлаб олинади:



уни углеводородларнинг дигалогенли ҳосилаларига ишқорнинг сувдаги эритмаси билан ишлов бериш орқали ҳам олиш мумкин:

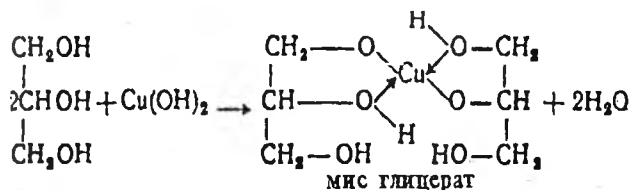


Этиленгликолнинг сувдаги ва спиртдаги эритмалари паст температурада музламайдиган эритмалар сифатида авиация ва автомобиль моторларининг радиаторларида қишда сув ўрнига ишлатилади ва *антифризлар* дейилади. Этиленгликоль кўпчилик ҳолларда глицерин ўрнида ҳам ишлатилиши мумкин. Кейинги вақтларда лавсан — қимматли синтетик тола олиш учун ҳам ишлатилмоқда.

Глицерин. Глицерин — уч атомли тўйинган спиртларнинг — *глицеринларнинг* энг оддий вакили. У рангсиз, қовушқоқ, ширин, гигроскопик суюқлик. Сув билан ис-

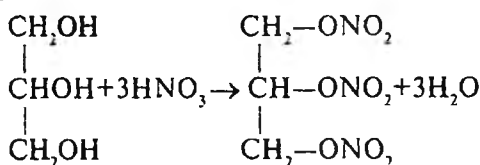
талган нисбатда аралашади. Кўпчилик моддаларни яхши эри-
тади.

Кимёвий хоссалари жиҳатидан глицерин (Ўринбосар номенклатурага кўра пропантриол-1, 2, 3) этиленгликолга жуда яқин. Масалан, глицерин мис (II)- гидроксид билан очик кўк рангли мис глицерат ҳосил қилади:



Бу кўп атомли спиртларга — этиленгликоль, глицерин ва уларнинг гомологларига сифат реакциядир.

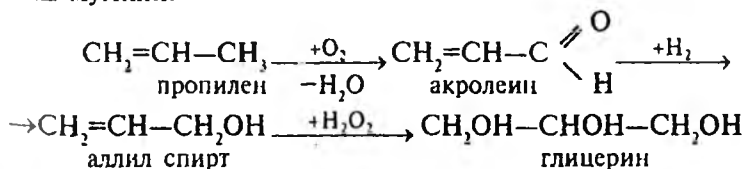
Глицериннинг нитрат кислота билан ўзаро таъсирлашиб, нитроглицерин ҳосил қилиш реакцияси катта аҳамиятга эга:



Нитроглицерин* — оғир, мойсимон суюқлик, портловчи модда (салгина қалқитиш ва қиздириш билан портлайди). Лекин унинг спиртдаги эритмалари портламайди.

Карбон кислоталар билан глицерин мураккаб эфирлар — ёғлар ва мойлар ҳосил қилади (17.14- §).

Глицерин ёғлардан, шунингдек синтетик йўл билан — нефтни крекинглаш газларидан (пропилендан), яъни овқат бўлмайдиган хом ашёдан олинади. Унинг саноатда синтетик йўл билан ишлаб чиқарилишини ушбу схема билан кўрса-
тиш мумкин:



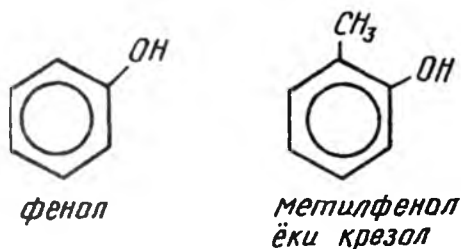
*Тарихий таркиб топган нитроглицерин, шунингдек динитрогликоль деган номлар аниқ эмас: нитробирикмаларда нитро-
группа углерод атомига бевосита бириккан бўлади (18.1- § га қ).

Глицерин нитроглицерин (портловчи модда) ишлаб чиқариш, антифризлар тайёрлашда, косметикада (терини юмшатади), кўн саноатида ишлатилади. Нитроглицериннинг спиртдаги бир процентли эритмасидан юрак касалликларида дори-дармон сифатида фойдаланилади (қон томирлари-ни кенгайтиради).

17.4- §. Феноллар

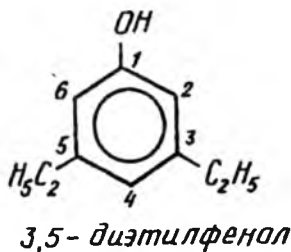
Феноллар — молекуласида гидроксил группалар бензол ядроси билан боғланган органик бирикмалардир.

Улар ароматик углеводородларнинг ҳосилалари ҳисобланади, масалан:



Молекуласида битта гидроксил группа бўладиган феноллар бир атомли, иккиталиси — икки атомли, учталиси — уч атомли дейилади.

Фенолларнинг номенклатурасини тузишда бензол ҳалқасидаги углерод атомларини 1 дан 6 гача бўлган рақамлар билан белгилаш қабул қилинган, бунда рақам қўйиш гидроксил группа билан боғланган углерод атомидан бошланади, масалан:

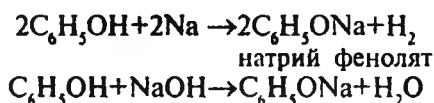


Энг оддий фенол C_6H_5OH фенол ёки карбол кислота дейилади. Фенол — ўзига хос ўткир ҳидли, рангсиз кристалл модда. Сақлаб қўйилганда у ҳаво кислороди таъсирида

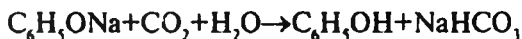
аста-секин оксидланиб, пушти рангга киради. Фенол 42,3°C да суюқланади. 182°C да қайнайди; сувда қисман (100 г сувда 6 г) эрийди; кучли антисептик хоссаси, яъни кўпчилик микроорганизмларни ўлдириш хусусияти бор, анча заҳарли. Терига текканида куйдириб, қавариқ ва жаралар ҳосил қилади.

Кимёвий хоссалари жиҳатидан феноллар спиртлардан фарқ қилади. Бундай фарқ фенол молекуласида гидроксил группа билан *фенил* (C_6H_5 —) дейиладиган бензол ядросининг бир-бирига таъсир этиши туфайли юзага келади. Бу таъсирнинг моҳияти шундан иборатки, бензол ядросининг π - электронлари гидроксил группадаги кислород атомининг бўлинмаган электронлар жуфтини қисман ўз доирасига тортади. Бу ўз навбатида $O-H$ боғланишнинг электрон зичлигини водороддан кислородга томон яна силжитади, водород кислота хоссали, ҳаракатчан ва реакцияга киришувчан бўлиб қолади.

Шундай қилиб, фенил таъсирида гидроксил группадаги водород атомининг кислород билан боғланиши сусаяди, бу эса водород ионларининг қисман ажралиб чиқишига олиб келади. Фенол кучсиз кислота (карбонат кислотадан кучсизроқ) хоссаларини намоён қилади. Шунинг учун у фақат натрий ва калий металлари билангина эмас, балки ўювчи ишқорлар билан ҳам осон реакцияга киришади* ва сувдаги эритмаларда барқарор бўлган фенолятлар ҳосил қилади:



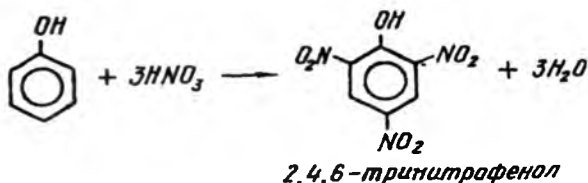
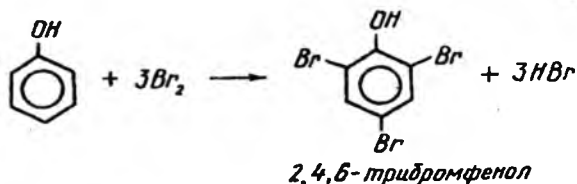
Фенолнинг кислотали хоссалари жуда кучсиз ифодалангани сабабли фенолятлар (фенолнинг тузлари) минерал кислоталар, шу жумладан карбонат кислота таъсирида осон парчаланadi:



Молекулада атомлар бир-бирига таъсир этади. Гидроксил группа ўз навбатида бензол ҳалқасига таъсир этади, натижада

*Худди шундай шароитда бир атомли тўйинган спиртлар амалда ишқорлар билан реакцияга киришмайди — мувозанат бошланғич моддалар томон силжиган бўлади (17.1-§.).

бензолнинг водород атомлари янада ҳаракатчанроқ бўлиб қолади ва ўз ўрнини бошқа атом ва радикалларга осон беради. Масалан, фенол қиздирилмаганда ва катализаторсиз ҳам бром ва нитрат кислота билан шиддатли реакцияга киришади ва учта водороди алмашинган ҳосилалар (2, 4 ва 6-ҳолатларда) ҳосил қилади:

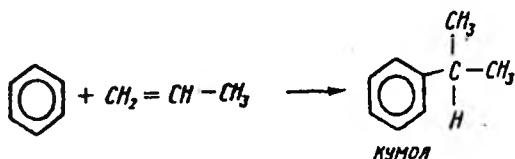


Бензол эса бром ва нитрат кислота билан фақат қиздирилганда ва катализатор иштирокида реакцияга киришади.

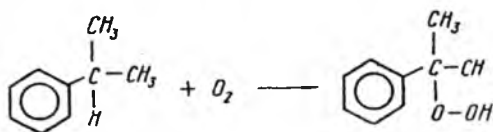
Гидроксил группа таъсирида фенолнинг формальдегид билан реакцияга кириши осонлашади (17.8- § га қ.).

Фенол кўп миқдорларда икки усул билан: кўмирни қуруқ ҳайдашда ҳосил бўладиган тошкўмир смоласидан ва асосий қисми — бензол ва пропилендан синтетик йўл билан («кумол усули») олинади.

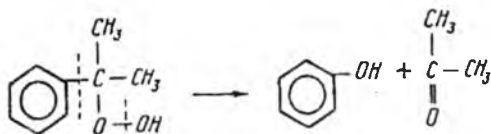
Дастлаб бензол билан пропилендан изопропилбензол (кумол) олинади:



Кумол — рангсиз суюқлик, сувдан енгил, қайн. т. 152°C. Сунгра кумол суюқ фазада ҳаво кислороди билан каталитик оксидланади:



Ҳосил бўлган бирикма (кумол гидропероксид) сульфат кислота таъсирида фенол билан ацетонга ажралади.



Шундай қилиб, бензол билан пропилендан иккита қимматли маҳсулот — фенол билан ацетон олинади. Кумол каучуклар олиш учун фойдаланиладиган α -метилстирол олишда бошланғич модда сифатида ҳам ишлатилади.

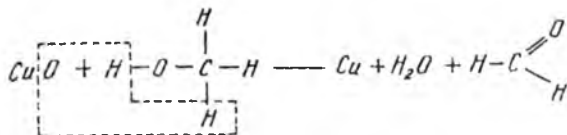
Фенол кучли антисептик сифатида дезинфекцияловчи модда тариқасида ишлатилади. У айниқса пластик массалар — фенопластлар олиш учун кўп сарфланади. Фенол доридармонлар, фотография очилтиргичлари ва бўёқлар ишлаб чиқариш учун ишлатилади.

17.5- §. Альдегидлар

Молекуласида функционал группа — $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{C} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ бўлади-

ган органик бирикмалар альдегидлар дейилади.

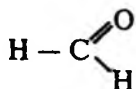
Уларни спиртларнинг оксидланиш маҳсулотлари сифатида қараш мумкин. Масалан, метил спиртни мис (II)- оксид билан оксидлаш орқали энг оддий альдегид олинади:



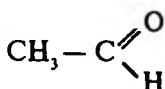
Бу реакцияда мис (II)- оксид молекуласи спирт молекуласидан икки атом водородни тортиб олади.

Альдегидларнинг номи оксидланганида қайси кислотага айланса, шу кислотанинг номидан ҳосил қилинади. Уларни

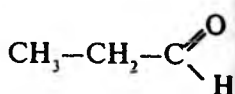
углерод занжиридаги атомлар сони тўғри келадиган углеводород номига *аль-* қўшимчасини қўшиб ҳам ҳосил қилиш мумкин. Масалан:



формальдегид
ёки чумоли
альдегид,
ёки метанал



сирка альдегид
ёки этаналь

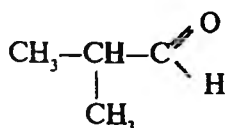


пропион альдегид
ёки пропаналь

Тўйинган альдегидлар гомологик қаторининг умумий фор-

муласи $\text{R} - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{\textbackslash} \text{H} \end{array}$ (биринчи гомологида R ўрнида водород атоми H бўлади).

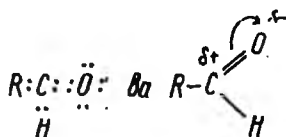
Альдегидларнинг изомерияси фақат альдегид группа билан бириккан радикаллар изомериясига боғлиқ. Масалан, $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ формулага иккита альдегид мувофиқ келиши мумкин:



2- метилпропаналь

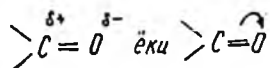
Атомлар группаси $\text{C}=\text{O}$ карбонил группа ёки карбонил дейилади.

Альдегидларнинг кимёвий хоссалари уларнинг электрон тузилиши билан тушунтирилади, бундай тузилишни ушбу формулалар билан ифодалаш мумкин:



Альдегид молекуласида углерод билан кислород атомлари орасидаги боғланишни электронларнинг иккита жуфти амалга оширади. Боғланишнинг электрон будути электрманфийроқ атом бўлган кислород атомига томон силжиган,

натижада у қисман манфий зарядли ($\delta -$) бўлиб қолган. Шу билан бирга карбонил углеродидан электронлар узоқлашгани сабабли у қисман мусбат зарядли ($\delta +$) бўлиб қолади. Одатда, бу шундай схемалар билан тасвирланади:



Шундай қилиб, $>\text{C}=\text{O}$ группа кучли қутбланган, бу эса молекуласида карбонил группа бор органик бирикмаларнинг реакцияга киришиш хусусияти кучлилигига сабаб бўлади: бир томондан, кислород атоми карбонил группа билан боғланган водород атомига таъсир кўрсатади, натижада у осон оксидланади; иккинчи томондан, карбонил группа $>\text{C}=\text{O}$ га бириктириб олиш ва полимерланиш реакциялари хосдир.

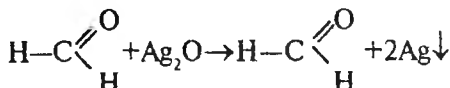
Альдегидларнинг хоссалари уларнинг дастлабки иккита гомологи: формальдегид ва ацетальдегид мисолида кўриб чиқилади.

17.6- §. Формальдегид

Молекуласининг тузилиши ва хоссалари. Формальдегид — ўткир бўғувчи ҳидли рангсиз газ, заҳарли. У сувда яхши эрийди. Формальдегиднинг сувдаги 40% ли эритмаси *формалин* дейилади.

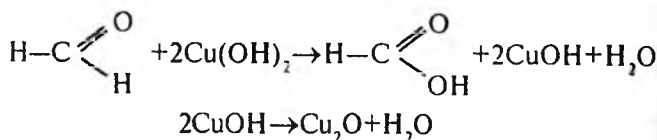
Кимёвий хоссалари жиҳатидан формальдегид — анча реакцияга киришувчан модда. Унга оксидланиш ва бириктириб олиш (шу жумладан поликонденсатланиш ҳам) реакциялари хос.

Оксидланиш реакциялари жуда осон боради — альдегидлар қўпчилик бирикмалардан кислородни тортиб олади. Масалан, формальдегид кумуш оксид Ag_2O нинг аммиакдаги эритмаси (кумуш оксид сувда эримайди) билан қиздирилганда формальдегид оксидланиб, чумоғи кислота HCOOH га айланади ва кумуш қайтарилади:



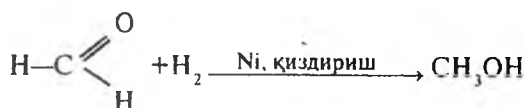
Кумуш илиш деворларида юпқа гард ҳолида ажралиб чиқиб, кўзгу ҳосил қилади — бу *кумуш кўзгу реакцияси* дейилади. «Кумуш кўзгу» ҳосил бўлиши альдегид группага сифат реакцияси ҳисобланади.

Альдегидлар мис (II)- гидроксидни мис (I)- гидроксид-гача кайтаради, сўнгра у тўқ сариқ рангли мис (I)- оксидга айланади. Реакция қиздирилганда боради:



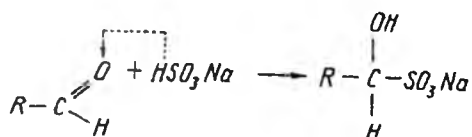
Бу реакция ҳам альдегидларни аниқлашда фойдаланилиши мумкин.

Б и р и к т и р и б о л и ш р е а к ц и я л а р и альдегиднинг карбонил группасидаги қўшбоғнинг узилиши ҳисобига боради. Формальдегид билан водород аралашмаси қиздирилган катализатор — никель кукуни устидан ўтказилганда альдегид қайтарилиб, спиртга айланади:



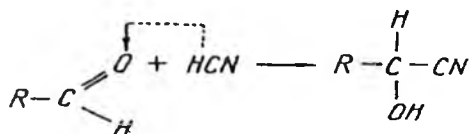
Формальдегид аммиак, натрий гидросульфит ва бошқа бирикмаларни ҳам бириктириб олади. Бунда карбонил группанинг кислородига доимо водород атоми бирикади, молекуланинг қолган қисми эса углерод атомига бирикади.

Гидросульфитларнинг бириктириб олинишини ушбу тенглама билан ифодалаш мумкин:

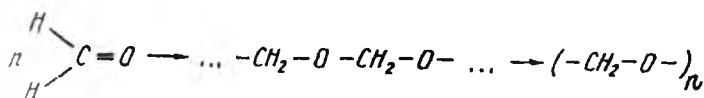


Бу реакция альдегидларни бошқа моддалар билан аралашмасидан ажратиб олиш ва уларни тоза ҳолда олиш учун қўлланилади.

Альдегидларга цианид кислотанинг бирикишини ушбу тенглама билан тасвирлаш мумкин:



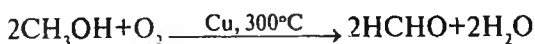
Формальдегид полимерланганда чизиксимон тузилишли макромолекулалар ҳосил қилади:



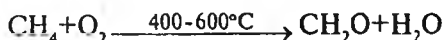
Полиформальдегиддан тайёрланган буюмлар металлдан алган деталлар ўрнида ишлатилади.

Поликонденсатланиш реакциялари ҳақида 17.8- § га қ.

Олиниши. Саноатда формальдегид метанолдан олинали, унинг учун спирт буглари ҳаво билан биргаликда 300°C ача қиздирилган мис катализатор устидан ўтказилади:



Саноатда формальдегид олишнинг яна бир муҳим усули метанни катализатор сифатидаги озроқ азот оксидлари иштирокида 400 — 600°C да ҳаво билан оксидлашдир:



Ишлатилиши. Формальдегид кўп миқдорларда фенолформальдегид смолалар ишлаб чиқаришда (17.8- §. га қ.) ишлатилади. У бўёқлар, синтетик каучук, дори-дармонлар, тортловчи моддалар ва б. ишлаб чиқаришда бошланғич модда бўлиб хизмат қилади.

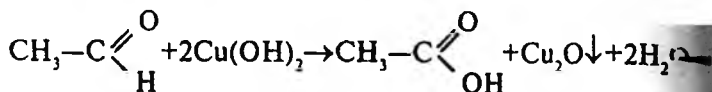
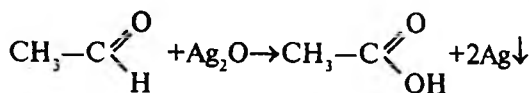
Формалин оксилга таъсир этганда уни зич, сувда эримайдиган қилиб қўяди ва, асосийси, чиришдан сақлайди. Шу сабабли у терига ишлов беришда, шунингдек анатомик препаратларни консервдашда ишлатилади. Формалин қишлоқ хўжалигида зараркунандаларнинг личинкаларини йўқотиш мақсадида уруғларни дорилашда ишлатилади. У биноларни, жарроҳлик асбобларини дезинфекциялашда ҳам ишлатилади.

17.7- §. Ацетальдегид

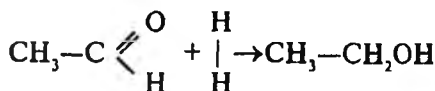
Ацетальдегид, бошқача айтганда сирка альдегид, яъни этаналь — ўткир, ҳидли рангсиз суюқлик, сувда яхши эрийди, қайн. т. 21°C.

Кимёвий хоссалари жиҳатидан ацетальдегид формальдегидга ўхшайди: унинг ҳам оксидланиш ва бириктириб олиш реакциялари хос. «Кумуш кўзгу» ва мис (I)- оксид

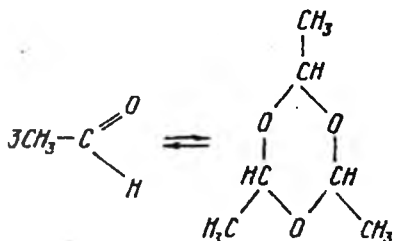
билан реакцияларни қуйидаги тенгламалар билан ифодала мумкин:



Ацетальдегидга водороднинг бирикиши формальдегидга бирикиши каби шароитларда боради:

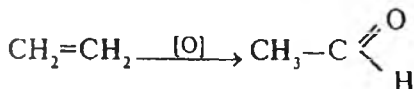


Кислоталар таъсир эттирилганда ва узоқ вақт қўйиб қўйилганда ацетальдегид осон полимерланади ва тримерга — паральдегидга айланади:



Паральдегид — суюқлик, 12°С да кристалл масса бўлиб қотади, суюлтирилган минерал кислоталар иштирокида қиздирилганда эса ацетальдегидга айланади. Паральдегид уйку келтирувчи кучли восита ҳисобланади.

Саноатда ацетальдегид ацетилендан Кучеров реакцияси (16.8- §) асосида олинади. Этиленни бевосита оксидлаб сирка альдегидга айлантириш усули ҳам ишлаб чиқилган: реакция катализатор — PdCl_2 билан Cu_2Cl_2 аралашмаси иштирокида, 1 МПа босим ва 100°С температурада боради:



Сирка альдегид асосан сирка кислота олишда, шунингдек баъзи органик синтезларда ишлатилади.

Молекуласида 7 тадан 16 тагача углерод атомлари бўладиган юқори альдегидлар хушбўй бўлганлиги сабабли атир-упа саноатида кенг қўламда ишлатилади.

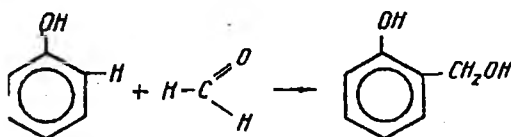
17.8- §. Поликонденсатланиш реакциялари

Поликонденсатланиш — бу қуйи молекуляр моддалардан юқори молекуляр бирикмалар ҳосил бўлиш жараёни бўлиб, унда қўшимча модда (сув, аммиак, водород хлорид ва б.) ажралиб чиқади.

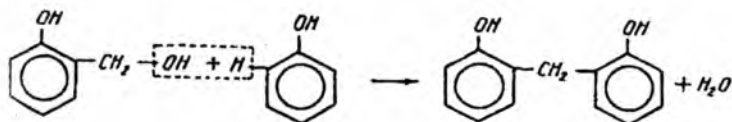
Маълумки, поликонденсатланишдан фарқ қилиб, полимерланишда қўшимча моддалар ажралиб чиқмайди. Поликонденсатланиш маҳсулотлари ҳам (қўшимча моддалардан ташқари) полимерланиш маҳсулотлари каби полимерлар дейилади.

Поликонденсатланиш реакцияларида занжир аста-секин ўсиб боради: дастлаб бошланғич мономерлар бир-бири билан реакцияга киришади, сўнгра ҳосил бўлган бирикма ўша мономерларнинг молекулалари билан навбатма-навбат реакциясига киришади ва натижада полимер бирикма ҳосил бўлади. Поликонденсатланиш реакцияга пластмассалар тайёрлаш учун ишлатиладиган фенолформальдегид смолаларнинг ҳосил бўлиши мисол бўла олади. Реакция катализаторлар иштирокида (кислота ёки ишқор) қиздириш билан боради.

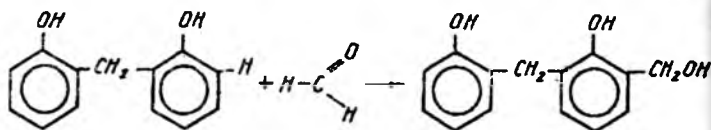
Фенол молекуласида водород атомлари ҳаракатчан (айниқса 2,4 ва 6- ҳолатлардаги), альдегиднинг карбонил группаси $>C=O$ эса бириктириб олиш реакцияларига киришувчан бўлгани учун дастлаб фенол билан формальдегид ўзаро таъсирлашади:



Ҳосил бўлган бирикма кейин фенол билан реакцияга киришади ва сув молекуласини ажратиб чиқаради:



Янги бирикма формальдегид билан реакцияга киришади:



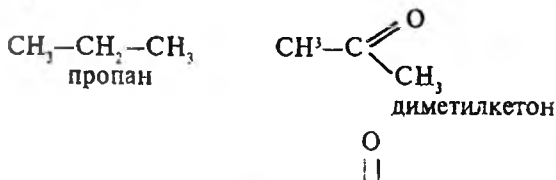
Бу бирикма фенол билан, сўнгра яна формальдегид билан конденсатланади ва ҳ.

Фенолнинг формальдегид билан катализаторлар иштирокида поликонденсатланиши натижасида фенолформальдегид смолалар ҳосил бўлади, улардан пластмассалар — *фенопластлар* (бакелитлар) олинади. Фенопластлар — саноатнинг кўпчилик тармоқларида рангли ва қора металллар ўрнида ишлатиладиган жуда муҳим материаллардир. Улардан кўп миқдорда кенг истеъмол буюмлари, электр изоляция материаллари ва қурилиш деталлари тайёрланади.

17.9- §. Кетонлар

Молекулаларида иккита углеводород радикали билан боғланган карбонил группа $>C=O$ бўладиган органик бирикмалар кетонлар дейилади.

Уларни углеводородларнинг иккиламчи углерод атомидаги иккита водород атоми ўрнини кислород атоми олган ҳосилалари сифатида қараш мумкин. Масалан:



Кетонларнинг умумий формуласи $R-C(=O)-R'$, R ва R' радикаллар турли хил ва бир хил бўлиши мумкин.

Кетонларнинг номи уларнинг молекуласига кирган радикалларнинг номига *кетон* сўзини қўшиб, ёки тегишли углеводородлар номига *-он* суффиксини қўшиб ҳосил қилинади. Масалан:

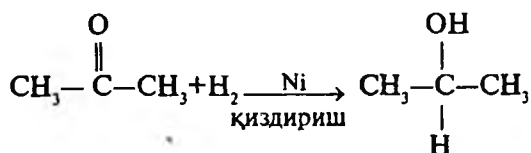
$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$ — диметилкетон, ёки пропанон, ёки ацетон
 $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ — метилпропилкетон ёки пентанон-2.

Кетонларнинг хоссалари уларнинг биринчи гомологи — ацетон мисолида кўриб чиқилади.

Ацетон. Ацетон (диметилкетон, пропанон) — ўзига хос ҳидли, рангсиз, ёнувчан суюқлик. Қайн. т. $56,2^{\circ}\text{C}$. Сувда, спиртда ва эфирда яхши эрийди. Энг кўп фойдаланиладиган органик эритувчи ёғлар, смолалар ва кўпчилик бошқа органик моддаларни яхши эритади.

Барча кетонлар каби ацетон ҳам «кумуш кўзгу» реакциясини бермайди, полимерланмайди. Шу билан у альдегидлардан фарқ қилади.

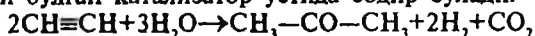
Формальдегид водородни бириктирган шароитда ацетон ҳам водородни бириктириб олади:



Бу ҳолда ҳам водород карбонил группанинг қўшбоғи узилиши туфайли бирикади. Ацетон натрий гидросульфитни ва цианид кислотани ҳам бириктириб олади.

Ацетон эритувчи сифатида саноатнинг кўпчилик тармоқларида (сунъий ипак, тугунсиз ўқ-дори, киноплёнка, лаклар, дори-дармонлар ва б. ишлаб чиқаришда) ишлатилади. У кўпчилик органик бирикмаларни синтез қилишда бошланғич модда сифатида ишлатилади.

Ацетон кўп миқдорларда турли усуллар билан: ёғочни қуруқ ҳайдашда, кальций ацетатни парчалаш йўли билан, «кумол» усули билан (17.4- §), изопропил спиртни оксидлаш, ацетиленни сув буғи билан гидратлаш орқали олинади. Ацетиленни гидратлашда реакция $400 - 460^{\circ}\text{C}$ да таркибида темир ва марганец оксидлари бўлган катализатор устида содир бўлади:



Юқорида айтиб ўтилган усуллардан охирги иккитаси энг тежамли ва афзал усуллар ҳисобланади.

17.10- §. Карбон кислоталар

Молекуласида функционал карбоксил группа (карбоксил)

$-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array}$ бўладиган органик бирикмалар карбон кислоталар дейилади.

Карбоксил деган ном карбонил ва гидроксил сўзларидан келиб чиққан.

Агар молекулада битта карбоксил группа бўлса, кислота бир асосли, иккита бўлса — икки асосли ва ҳоказо бўлади.

Тўйинган бир асосли карбон кислоталар гомологик қаторининг вакиллариға мисоллар ва ударнинг тривиаль номларини келтирамыз:

$\text{H}-\text{COOH}$ —чумоли кислота

CH_3-COOH —сирка кислота

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$ —пропион кислота

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ —мой кислота

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ —валериан кислота

$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ —капрон кислота

$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{COOH}$ —энант кислота

.....
 $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$ —пальмитин кислота

.....
 $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ —стериан кислота

Келтирилган мисоллардан кўриниб турипдики, карбон кислоталарни углеводородларнинг водород атомлари ўрнини карбоксил группалар олган ҳосилалари сифатида қараш мумкин. Гомологик қаторнинг умумий формуласи $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$ ёки $\text{R}-\text{COOH}$ (биринчи гомологда R ўрнида водород атоми бўлади).

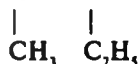
Ўринбосар номенклатураға кислоталарнинг номи тегишли углеводород номиға кислота сўзини қўшиш билан ҳосил қилинади. Масалан:

HCOOH — метан кислота

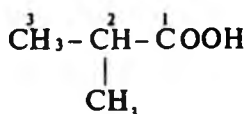
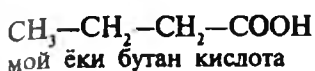
CH_3COOH — этан кислота

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ — пропан кислота

$\overset{1}{\text{CH}_3}-\overset{4}{\text{CH}}-\overset{3}{\text{CH}}-\overset{2}{\text{CH}_2}-\overset{1}{\text{COOH}}$ —4-метил-3-этилпентан кислота

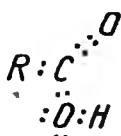


Кислоталарнинг изомерияси радикалнинг тузилишиға боғлиқ. Изомерлар мой кислота $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$ дан бошлаб пайдо бўлади:

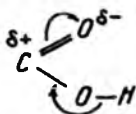


изомой ёки 2-метилпропан
кислота

Карбон кислоталарнинг хоссалари. Карбон кислоталарнинг кўпчилик хоссалари уларнинг молекуласида карбоксил группалар борлиги туфайлидир. Карбон кислоталарнинг электрон тузилишини ушбу схема билан кўрсатиш мумкин

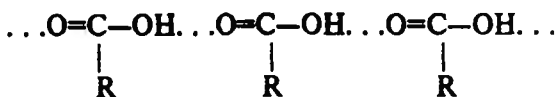


Углерод билан қўшбоғ орқали боғланган кислород атоми электронларни ўз томонига тортади. Углерод қисман мусбаб зарядли бўлиб қолади ва —ОН группадagi иккинчи кислород атомининг электронларини ўзига тортади, бу эса О—Н боғланишнинг электрон будути кислород томонига силжишига сабаб бўлади. Карбоксил группадa атомларнинг бир-бирига таъсирини схема билан тасвирлаш мумкин:

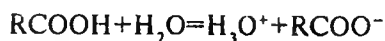


Карбоксил группадa атомлар бир-бирига таъсир этиши натижасида С=О боғланиш карбонил группадagи қараганда пухтароқ, О—Н боғланиш эса спиртлардагидан бўшроқ бўлади.

Карбон кислоталарнинг қайнаш температураси юқори бўлади, бу молекулалар орасида водород боғланишлар ҳосил бўлиши билан боғлиқ, масалан:

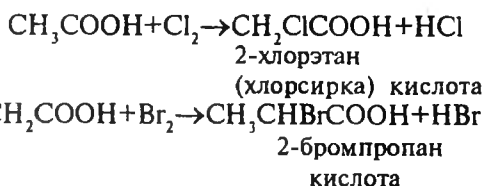


Сувдаги эритмаларда карбон кислоталар минерал кислоталар сингари ионларга диссоциланади ва гидроксоний ионини ҳосил қилади:

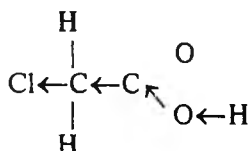


Карбон кислоталарнинг ҳаммаси — кучсиз электролитлар (НСООН — кучли ўртача). Карбон кислотали минерал кислоталарнинг барча хоссаларини (6.2- § га қ.) намойиш қилади.

Карбон кислоталарда гидроксил группа таъсирида карбоксил группага қўшни бўлган углерод атомидаги водород атомларининг ҳаракатчанлиги ортади. Шу сабабли уларнинг ўрнини хлор ёки бром атомлари осон эгаллаши мумкин:



Равшанки, таркибида хлор ёки бром бор радикаллар карбоксил группанинг кислоталилигига таъсир этиши керак. Ҳақиқатан ҳам хлорсирка кислотанинг диссоциланиш даражаси сирка кислотаникидан тахминан 10 марта катта, трихлорсирка кислота эса кучи жиҳатдан хлорид ёки сульфат кислотага яқин туради. Бу ҳолда гидроксил группадаги водород боғланишининг сусайишини ушбу схема билан тасвирлаш мумкин:



Карбон кислоталарнинг ўзига хос хусусияти уларнинг спиртлар билан реакцияга киришиб, мураккаб эфирлар (17.13- § га қ.) ҳосил қилишидир.

Қуйидаги кислоталар: пальмитин $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ ва стеарин $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ кислоталар — қаттиқ моддалар, шунингдек суюқ тўйинмаган олеин кислота $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ муҳим аҳамиятга эга. Бу бир асосли кислоталарнинг қолдиқлари ёғ ва мойлар (17.14- § га қ.) таркибига киради.

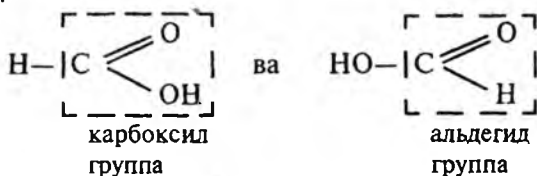
Карбон кислоталар олишнинг умумий усули бирламчи спиртлар ва альдегидларни оксидлашдан иборат.

Кислоталарнинг хоссалари чумоли ва сирка кислоталар мисолида анча батафсил кўриб чиқилган.

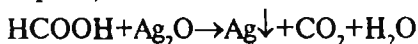
17.11- §. Чумоли кислота

Чумоли кислота HCOOH — ўткир ҳидли, рангсиз суюқлик, 101°C да қайнайди. Сувда исталган миқдорда эрийди. Терини куйиради. У чумоли безларидан ажралиб чиқадиган суюқлик таркибида, шунингдек баъзи ўсимликларда (масалан, қичитқи ўт баргларида) бўлади.

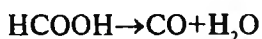
Кимёвий хоссалари. Кимёвий хоссалари жиҳатидан чумоли кислота барча карбон кислоталар орасида энг реакцияга киришувчиси ҳисобланади. Бунга сабаб шуки, унинг карбоксил группаси углеводород радикали билан эмас, балки водород билан боғланган. Молекуласида альдегид группа борлиги туфайли чумоли кислотада альдегидларнинг хоссалари бор:



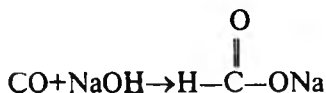
яъни қайтариш хоссаларини намоён қилади («кумуш кўзгу» реакциясини беради):



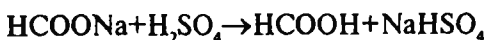
У қиздирилганда углерод (II)- оксид билан сувга ажралади:



Олиниши. Илгари чумолиларни сувга бўктириб, сўнгра эритмани ҳайдаш йўли билан чумоли кислота олинар эди. Ҳозирги вақтда у углерод (II)- оксид билан натрий гидроксиддан олинади:



Ҳосил бўладиган туздан чумоли кислота сиқиб чиқарилади, сўнгра ҳайдаб олинади:



Чумоли кислота осон оксидлангани сабабли уни кислоталар олишнинг умумий усуллари билан олиб бўлмайди.

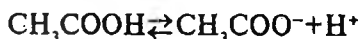
Ишлатилиши. Чумоли кислота кимё саноатида органик

моддалар синтез қилишда қайтарувчи сифатида, шунингдек оксалат кислота олиш учун: озик-овқат саноатига — дезинфекцияловчи ва консерваловчи восита сифатида; тўқимачилик саноатида — газламаларни бўяшда, тиббиётда — ревматизм (бод) касаллигида терига суртиб ишқалаш учун кенг қўламда ишлатилади.

17.12- §. Сирка кислота

Сирка кислота одатдаги температурада — ўзига хос ўткир ҳидли рангсиз суюқлик. У $+16,6^{\circ}\text{C}$ дан паст температурада музга ўхшаш кристаллар ҳолида қотади, шу сабабли муз сирка кислота дейилади. Сирка кислота сувда исталган миқдорда эрийди, унинг сувдаги 3 — 9% ли эритмаси *сирка* дейилади ва овқатга қўшиш учун ишлатилади. 70 — 80% ли сирка кислота *сирка эссенцияси* дейилади.

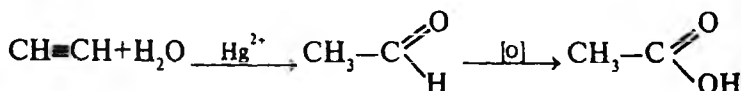
Кимёвий хоссалари. Кимёвий хоссалари жиҳатидан сирка кислота минерал кислоталарга ўхшайди. У сувдаги эритмада ионларда диссоциланади:



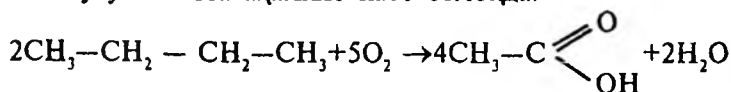
Кислота қолдиги CH_3COO^- *ацетат-ион* дейилади. Сирка кислота кучсиз электролитлар қаторига кирганлиги сабабли водород ионлари ва ацетат-ионлар кам ҳосил бўлади.

Минерал кислоталар каби сирка кислота ҳам асослар, асосли оксидлар ва тузлар билан реакцияга киришади, бу реакциялардан унинг тузларини — ацетатларни олишда фойдаланилади.

Олиниши. Сирка кислота олишнинг ҳозирги синтетик усули сирка альдегидни оксидлашга асосланган, бу альдегиднинг ўзи эса ацетилендан М. Г. Кучеров реакцияси бўйича олинади (ацетилен жуда арзон хомашёдан — метандан олинади):



Сирка кислота олишнинг бутанни оксидлашга асосланган янги усули катта аҳамият касб этмоқда:

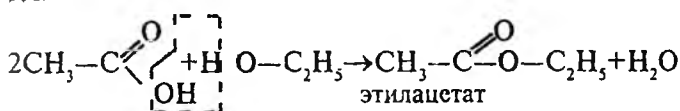


Сирка кислотани метандан олиш жараёни кўп босқичли бўлгани ҳолда (метан→ацетилен→сирка альдегид→сирка кислота) бутанни оксидаб кислота олиш бир босқичлидир, бу эса катта иқтисодий самара беради.

Ишлатилиши. Сирка кислота турли-туман мақсадларда ишлатилади. Кимё саноатида ундан пластик массалар, турли хил бўёқлар, дори-дармонлар, сунъий тола (ацетат ипак), ёнмайдиган киноплёнка ва ҳ. олиш учун фойдаланилади. Сирка кислотанинг алюминийли, хромли ва темирли тузлари газламаларни бўяшда, дорилаш учун ишлатилади. Сирка кислотанинг тузларидан қишлоқ хўжалиги зараркундаларига қарши курашда ҳам фойдаланилади. Сирка кислота овқатга солиш, сабзавотларни консервалаш учун ҳам ишлатилади.

17.13- §. Мураккаб эфирлар. Этерификациялаш ва совунланиш реакциялари

Мураккаб эфирларнинг олиниши. Карбон кислоталар спиртлар билан ўзаро таъсир эттирилганда мураккаб эфирлар ҳосил бўлади. Масалан, сирка кислота билан этил спирtdан катализатор (концентрланган сульфат ёки хлорид кислота) иштирокида мураккаб эфир — этилацетат олинади:

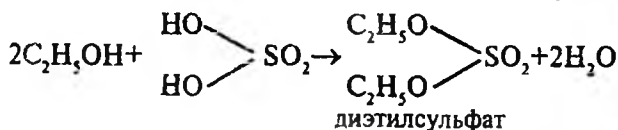


Мураккаб эфирларнинг умумий формуласи $\text{R}-\overset{\text{O}}{\underset{|}{\text{C}}}-\text{O}-\text{R}'$, бунда R ва R' — углеводород радикаллар. Мураккаб эфирларни кислоталарнинг гидроксидидаги водороди ўрнини радикал олган ҳосилалари сифатида қараш мумкин. Лекин чумоли кислотанинг мураккаб эфирларида радикал R ўрнида водород атоми бўлади.

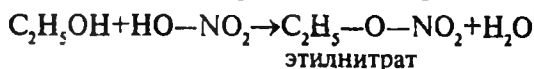
Кислота билан спирtdан мураккаб эфир ҳосил бўлиш реакцияси этерификация («этер» — эфир) реакцияси дейилади.

Этерификация реакциялари фақат карбон кислоталар учунгина эмас, балки минерал кислоталар учун ҳам ҳосилдир.

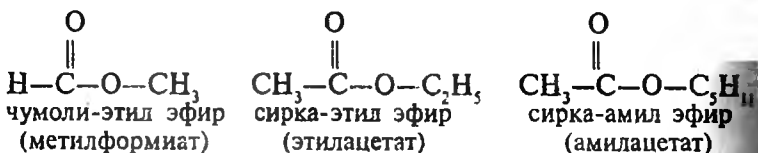
Масалан, этил спирт сульфат кислота билан ўзаро таъсирлашганда мураккаб эфир — диэтилсульфат ҳосил бўлади:



Нитрат кислота билан спиртдан этилнитрат ҳосил бўлади:



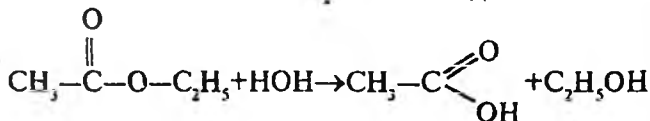
Номенклатураси. Мураккаб эфирларнинг номи кўпинча қолдиқлари уларнинг таркибига кирадиган кислота ва спиртларнинг номига эфир сўзини қўшиб ҳосил қилинади, уларнинг номи тузларнинг номига ўхшаш ҳам ҳосил қилинади. Масалан:



Хоссалари. Карбон кислоталар мураккаб эфирларининг кўпчилиги — сувда кам эрийдиган суяқликлар, лекин улар спиртда яхши эрийди. Мураккаб эфирлар молекулаларининг тузилиши ўзига хос (ударда масалан, гидроксил группалар йўқ) бўлганлиги сабабли водород боғланишлар бўлмайди ва спиртлар ҳамда кислоталар учун хос бўлган ассоциланган молекулалар ҳам бўлмайди. Шу сабабли мураккаб эфирлар уларга мос келадиган кислоталарга қараганда анча паст температурада қайнайди.

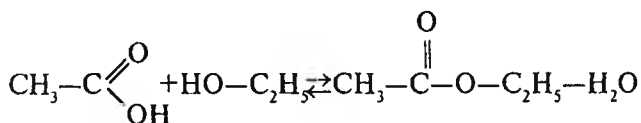
Кўпчилик мураккаб эфирлардан хушбўй мева ҳиди келади. Масалан, чумоли-амил эфирдан олча ҳиди, чумоли-этил эфирдан — ром, сирка-амил эфирдан — банан, мой-этил эфирдан — ўрик, мой-бутил эфирдан — ананас, изовалериан-этил эфирдан — олма ҳиди келади.

Мураккаб эфир сув билан реакцияга киришиб, яна қайтадан кислота билан спиртга айланади. Масалан:

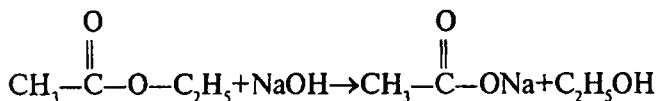


Мураккаб эфирнинг сув билан реакцияга киришиб, спирт ва кислота ҳосил қилиш реакцияси совуқланиш ёки гидролизланиш дейилади. У этерификация реакциясига тескари реакциядир.

Равшанки, этерификация қайтар жараёнدير:



ва кимёвий мувозанат қарор топганда реакцияга киришаётган аралашмада бошланғич моддалар ҳам, охири маҳсулотлар ҳам бўлади. Катализатор — водород ионлари (минерал кислоталар) — тўғри ва тескари реакцияни (этерификация ва гидролизни) бир хилда тезлаштиради, яъни мувозанат ҳолатига етишни тезлаштиради. Мувозанатни эфир ҳосил бўлиш томонига силжитиш учун бошланғич кислота ёки спиртни мўл миқдорда олиш керак. Реакция маҳсулотларидан бири реакция доирасидан чиқариб юборилганда ҳам худди шу натижага эришилади; бунинг учун эфирни ҳайдаш ёки сувни сув тортиб олувчи моддалар билан боғлаш керак. OH^- ионлари мураккаб эфирларнинг гидролизланишини кучайтиради: мувозанат кислота билан спирт томонига силжийди ва реакция амалда қайтмас бўлиб қолади, чунки ҳосил бўладиган карбон кислота ишқор таъсирида туз ҳосил қилади:



Мураккаб эфирларнинг сув билан ўзаро таъсири — уларнинг жуда муҳим кимёвий хоссасидир (оддий эфирлар гидролизланмайди).

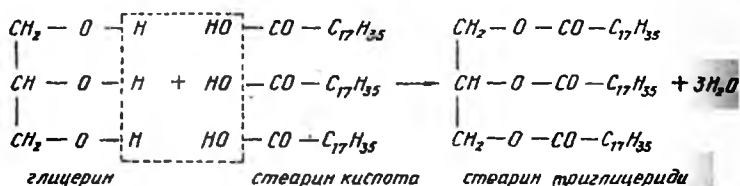
Ишлатилиши. Кўпчилик мураккаб эфирлар органик моддаларнинг яхши эритувчилари сифатида ишлатилади. Улардан мева эссенциялари тайёрлашда ҳам кенг қўламда фойдаланилади. Айрим мураккаб эфирлар тиббиётда ишлатилади: изоамил-нитрит стенокардия хуружларини сусайтиради, этилнитрит чакка қон томирларини кенгайтиради.

17.14- §. Ёғлар

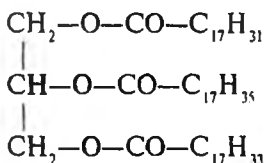
Ёғлар юқори бир асосли карбон кислоталар, асосан пальмитин, стеарин (тўйинган кислоталар) ва олеин (тўйинмаган кислота) кислоталар билан уч атомли спирт — глицериндан ҳосил бўлган мураккаб эфирлардир. Бундай бирикмаларнинг умумий номи — *триглицеридлар*.

Табиий ёғлар алоҳида модда эмас, балки ҳар хил триглицеридлар аралашмасидир.

Триглицеридлардан бирининг, масалан стеарин кислота триглицеридининг ҳосил бўлишини ушбу тенглама билан тасвирлаш мумкин:

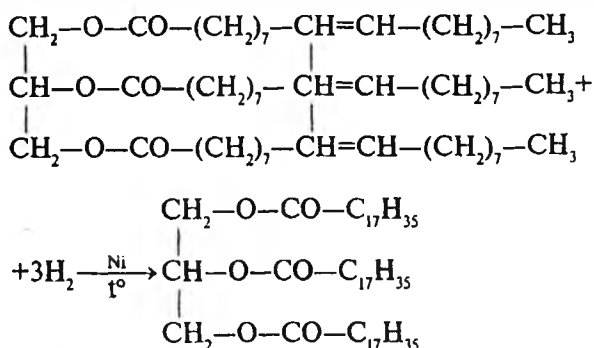


Триглицеридларнинг молекулалари таркибига турли хил кислота радикаллари кириши мумкин, бу айниқса табиий ёғлар учун хос, лекин глицерин қолдиги барча ёғларнинг таркибий қисми ҳисобланади:



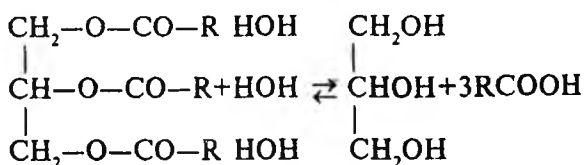
Ёғларнинг ҳаммаси сувдан енгил ва сувда эримайди. Улар бензинда, эфирда, углерод тетрагидридда, углерод сульфидда, дихлорэтанда ва бошқа эритувчиларда яхши эрийди. Қоғоз ва териға яхши шимилади. Ёғлар барча ўсимлик ва ҳайвонларда бўлади. Суюқ ёғлар одатда *мойлар* дейилади. Қаттиқ ёғлар (мол ёғи, қўй ёғи ва б.) асосан тўйинган (қаттиқ) кислоталарнинг триглицеридларидан, суюқ ёғлар (кунгабоқар мойи, пахта мойи ва б.) — тўйинмаган (суюқ) кислоталарнинг триглицеридларидан таркиб топган бўлади.

Суюқ ёғлар гидрогенлаш реакцияси йўли билан қаттиқ ёғларга айлантирилади. Водород ёғлар молекуласининг углеводород радикалларидаги қўшбоғнинг узилиш жойига бирикани:



Реакция босим остида қиздирилганда ва катализатор — майда туйилган никель иштирокида боради. Гидрогенланиш маҳсулоти — қаттиқ ёғ (сунъий ёғ) *саломас* дейилади ва совун, стеарин ҳамда глицерин ишлаб чиқаришга сарфланади. *Маргарин* — овқатга ишлатиладиган ёғ — гидрогенланган мойлар (кунгабоқар мойи, пахта мойи ва б.), ҳайвон ёғлари, сут ва баъзи бошқа моддалар (туз, шакар, витаминлар ва б.) аралашмасидан иборат.

Барча мураккаб эфир каби ёғларнинг ҳам муҳим кимёвий хоссаси гидролизланиш (совунланиш) хусусиятидир. Гидролиз катализаторлар — кислота, ишқорлар, магний, кальций, рух оксидлари иштирокида қиздирилганда осон боради:



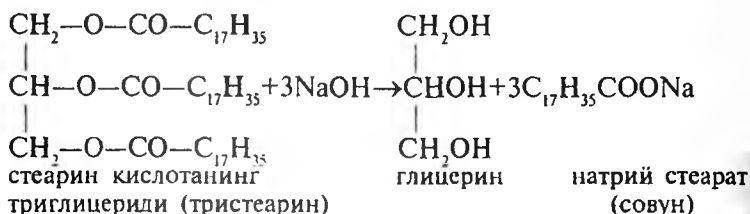
Ёғларнинг гидролизланиш реакцияси қайтар жараёндир. Лекин у ишқорлар иштирокида амалда охирига қадар боради — ҳосил бўлган кислоталарни ишқорлар тузга айлантиради ва бу билан кислоталарнинг глицерин билан реакцияга киришиш (тескари реакция) имкониятини йўққа чиқаради.

Ёғлар — овқатнинг зарурий таркибий қисми. Улардан саноатда (глицерин, ёғ кислоталар, совун олишда) кенг кўламда фойдаланилади.

17.15- §. Совунлар ва бошқа ювиш воситалари

Совунлар — булар юқори карбон кислоталарнинг тузларидир. Одатдаги совунлар асосан пальмитин, стеарин ва олеин кислоталар тузларининг аралашмасидан таркиб топган. Натрийли тузлар қаттиқ совунлар, калийли тузлар — суюқ совунлар ҳосил қилади.

Совунлар ёғларнинг ишқорлар иштирокида гидролизланишидан ҳосил бўлади:



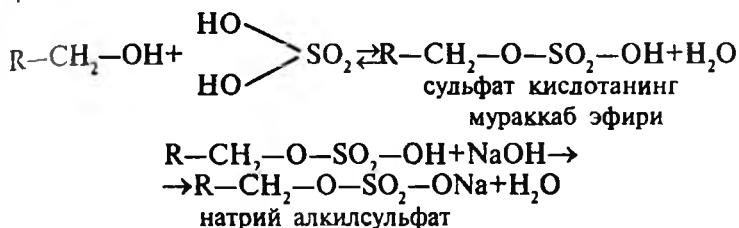
Ана шунинг учун ҳам этерификацияга тесқари реакция совунланиш реакцияси деб аталади.

Ёғлар сульфат кислота иштирокида ҳам совунланиши мумкин (кислотали совунланиш). Бунда глицерин билан юқори карбон кислоталар олинади. Бу кислоталар ишқор ёки сода таъсирида совунга айлантирилади.

Совун олиш учун хомашё сифатида ўсимлик мойлари (кунгабоқар мойи, пахта мойи ва б.), ҳайвон ёғлари, шунингдек натрий гидроксид ёки сувсизлантирилган сода ишлатилади. Ўсимлик мойлари дастлаб гидрогенланади, яъни улар қаттиқ ёғларга айлантирилади. Ёғларнинг ўрнига молекуляр массаси катта бўлган синтетик карбон ёғ кислоталари ҳам ишлатилади.

Совун ишлаб чиқаришда кўп миқдорларда хомашё талаб қилинади, шу сабабли совунларни овқат бўлмайдиган маҳсулотлардан олиш масаласи қўйилган. Совун ишлаб чиқариш учун зарурий карбон кислоталар парафинни оксидлаб олинади. Молекуласида 10 дан 16 тагача углерод атомлари бўладиган кислоталарни нейтраллаш йўли билан атир совун, молекуласида 17 дан 21 тагача углерод атомлари бўладиган кислоталарни нейтраллаб — кир совун ва техника мақсадлари учун ишлатиладиган совунлар олинади. Синтетик совун ҳам, ёғлардан олинадиган совун ҳам қаттиқ сувда (13.9- § га қ.) кирни яхши кетказмайди. Шу сабабли синтетик кислоталардан олинадиган совун билан бир

қаторда хомашёнинг бошқа турларидан, масалан алкилсульфатлардан — юқори спиртларнинг мураккаб эфирлари билан сульфат кислотанинг тузларидан ҳам ювиш воситалари ишлаб чиқарилади. Бундай тузларнинг ҳосил бўлишини умумий ҳолда ушбу тенгламалар билан тасвирлаш мумкин:



Бу тузларнинг молекуласида 12 дан 14 тагача углерод атомлари бўлади ва уларнинг кир кетказиш хоссалари жуда яхшидир. Кальцийли ва магнийли тузлар сувда эрийди, шу сабабли бундай совунлар қаттиқ сувда ҳам кир кетказди. Алкилсульфатлар кўпчилик кир ювиш кукунлари таркибида бўлади.

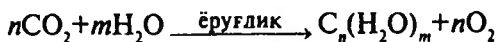
Синтетик ювиш воситалари юз, минг тонналаб овқат бўладиган хомашёни — ўсимлик мойлари ва ёғларни тежашга имкон беради.

17.16- §. Углеводлар

Углеводлар — органик бирикмалар бўлиб, таркиби одатда умумий $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$ (n ва $m \geq 4$) формула билан ифодаланади.

Таркиби бу умумий формулага тўғри келмайдиган, лекин углеводлар синфига кирадиган бирикмалар ҳам маълум, масалан, рамноза $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_5$.

Углеводлар жуда кўп тарқалган табиий бирикмалар ҳисобланади, ўсимлик ва ҳайвон организмлари таркибига киради. Улар ўсимликларда *фотосинтез* натижасида ҳосил бўлади:



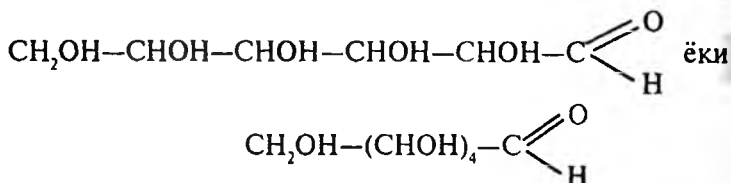
Углеводларнинг миқдори ўсимликларда қуруқ модда массасининг 80% гача, одам ва ҳайвонлар организмда — 20% гача миқдорини ташкил этади. Улар физиологик жараёнларда муҳим роль ўйнайди. Одам овқатининг тахминан 70% углеводлардан иборат.

Углеводлар одатда моносахаридлар, олигосахаридлар (иккита ёки бир нечта моносахарид молекуласининг конденсатланиш маҳсулотлари) ва полисахаридларга бўлинади. Олигосахаридлар орасида энг катта аҳамиятга эга бўлганлари дисахаридлар (диозалар) — моносахаридлар иккинчи молекуласининг конденсатланиш маҳсулотларидир.

17.17- §. Моносахаридлар ва дисахаридлар

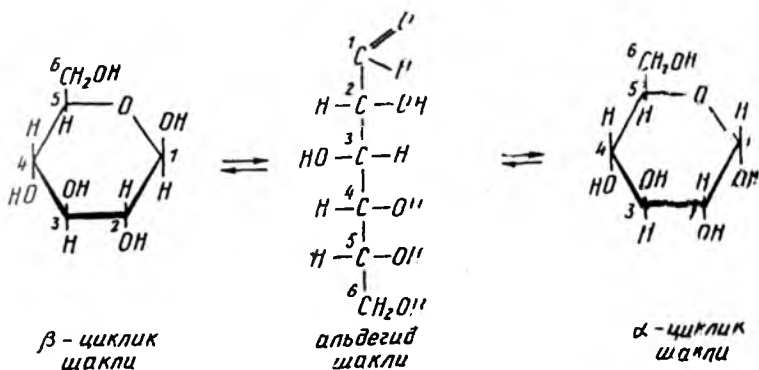
Глюкоза. Моносахаридлар орасида энг муҳими глюкоза $C_6H_{12}O_6$ бўлиб, у узум *шакари* ҳам дейилади. Бу ширин таъмли оқ кристалл модда, сувда яхши эрийди. Глюкоза ўсимлик ва ҳайвон организмларида бўлади, унинг миқдори айниқса узум шарбатида (шунинг учун узум шакари дейилади), асалда, шунингдек пишган меваларда кўп бўлади.

Глюкозанинг тузилиши унинг кимёвий хоссаларини ўрганиш асосида келтириб чиқарилган. Масалан, глюкоза спиртларга хос хусусиятларни намоён қилади: металллар билан алкоголятлар (сахаратлар) ҳосил қилади, молекуласида бешта кислота қолдиғи (гидроксил группалар сонидан) бор мураккаб сирка кислотали эфир ҳисобланади. Демак, глюкоза — кўп атомли спирт. У кумуш оксиднинг аммиакдаги эритмаси таъсирида «кумуш кўзгу» реакциясини беради, бу эса углерод занжирининг охирида альдегид группа борлигини билдиради. Демак, глюкоза — альдегид спирт, унинг молекуласи қуйидагича тузилган бўлиши мумкин:



Лекин глюкозанинг барча хоссалари ҳам унинг альдегид-спирт сифатидаги тузилишига мос келавермайди. Масалан, глюкоза альдегидларнинг баъзи реакцияларига киришмайди. Бешта гидроксидан биттасининг реакцияга киришиш хусусияти энг кучли ва ундаги водородни метил радикалига алмаштириш модданинг альдегид хоссалари йўқолишига олиб келади. Буларнинг ҳаммаси глюкозанинг альдегид шакли билан бир вақтда глюкоза молекулаларининг циклик шакллари (α - циклик ва β - циклик) ҳам

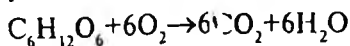
мавжуд, деган хулоса чиқаришга асос бўлди; циклик шакллари гидроксил группаларнинг ҳалқа текислигига нисбатан жойлашуви билан бир-биридан фарк қилади. Кристалл ҳолатида глюкозанинг молекулалари циклик тузилган бўлади, сувдаги эритмаларида эса у бир-бирига айланиб турадиган турли шаклларда бўлади



Кўриниб турибдики, циклик шаклларда альдегид группа бўлмайди. Биринчи углерод атомидаги гидроксил реакцияга энг кўп киришувчан. Углеводларнинг кўпчилиги кимёвий хоссалари молекуласичинг циклик шакли билан тушунтирилади.

Саноат миқёсида глюкоза крўхмални кислоталар иштирокида гидролизлаш йўли билан олинади. Уни ёғочдан (целлюлозадан) ишлаб чиқариш ҳам йўлга қўйилган.

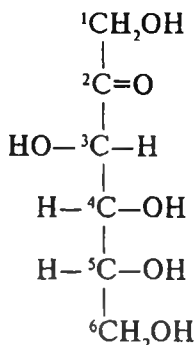
Глюкоза — қимматли озиқ модда. У туқималарда оксидланганда организмнинг нормал ҳаёт фаолияти учун зарурий энергия ажралиб чиқади. Оксидланиш реакцияси ни қуйидаги умумий тенглама билан ифодалаш мумкин:



Глюкоза тиббиётда дори-дағмонлар тайёрлаш, қонни консервალаш, ванага қуйиш ва Ҳ. к. мақсадларда ишлатилади. У қандолатчиликда, кўзгу ва ўйинчоқлар ишлаб чиқаришда (кумулалаш) кўп ишлатилади. Глюкозадан газлама ва терини бўяшда (ишлов бериш учун) фойдаланилади.

Фруктоза. Фруктоза — глюкозанинг изомери. ширин меваларда ва асалда глюкоза билан бирга бўлиди. У глюкозадан ва сахарозадан ширинроқ (қуйироқча қ.).

Фруктоза кетон-спирт ҳисобланади. Унинг молекуласининг тузилишини ушбу формула билан ифодалаш мумкин:



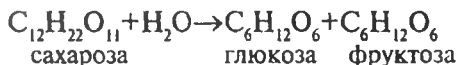
Гидроксил группалари борлиги туфайли фруктоза ҳам глюкоза каби сахаратлар ва мураккаб эфирлар ҳосил қила олади. Лекин альдегид группаси йўқлиги сабабли у глюкозага қараганда камроқ даражада оксидланади. Глюкоза каби фруктоза ҳам гидролизланмайди.

Сахароза. Дисахаридлар группасида энг катта аҳамиятга эга бўлган модда сахарозадир, у *лавлаги шакари* ёки *қамиш шакари* ҳам дейилади. Сахарозанинг эмпирик формуласи $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

Қанд лавлагиди ва шакарқамишда сахарозанинг миқдори кўп бўлади. У қайин, заранг ширасида, кўпчилик мева ва сабзавотларда бўлади.

Сахароза (одатдаги шакар) — оқ кристалл модда, глюкозадан ширинроқ, сувда яхши эрийди.

Сахарозанинг муҳим кимёвий хоссаси — қиздирилганда водород ионлари иштирокида гидролизланиш хусусиятидир. Бунда сахарозанинг битта молекуласидан глюкоза молекуласи билан фруктоза молекуласи ҳосил бўлади:



Водород ионлари гидролизланиш жараёнида катализатор вазифасини ўтайди.

Сахароза «кумуш кўзгу» реакциясини бермайди ва қайтарувчилик хоссаларига эга эмас. Шу билан у глюкозадан фарқ қилади. Сахароза молекуласи циклик шаклдаги глюкоза ва фруктоза молекулаларининг қолдиқларидан таркиб топган; улар бир-бири билан кислород атоми орқали боғланган.

17.18- §. Полисахаридлар

Крахмал. Крахмал, шунингдек целлюлоза (кейинроққа) углеводларнинг учинчи группасига — полисахаридлар-киради.

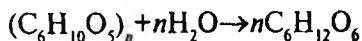
Бу модданинг молекуляр массаси аниқ топилмаган, лекин унинг жуда катталиги маълум ва ҳар хил намуналарида турлича бўлиши (100000 гача) мумкин. Шу сабабли бошқа полисахаридлар сингари крахмалнинг формуласи ҳам $(C_6H_{10}O_5)_n$ тарзида ифодаланади. Ҳар қайси полисахарид учун унинг қиймати турлича бўлади.

Крахмал таъмсиз, оқ кукун бўлиб, совуқ сувда эри-айди. Қайноқ сувда клейстер ҳосил қилади.

Крахмал табиатда кенг тарқалган. У турли хил ўсимлик-лар учун запас озиқ материал ҳисобланади ва уларда крахмал энчалари ҳолида бўлади. Қуйидаги бошоқли ўсимликлар энларида крахмал энг кўп бўлади: гуруч (86% гача), буғдой (75% гача), жўхори (72% гача), шунингдек картошка туганаклари (24% гача). Картошка туганакларида крахмал энлари ҳужайра ширасида сузиб юради, бошоқдиларда эса улар клейковина дейиладиган оқсил модда воситасида бири-рига зич ёпишган бўлади. Крахмал фотосинтез маҳсулот-ларидан бири ҳисобланади.

Ўсимликлардан ҳужайраларини бузиш ва сув билан ювиб олиш орқали крахмал ажратиб олинади. Саноат миқёсида асосан картошка туганакларидан (картошка уни ҳолида), шунингдек жўхоридан ҳам олинади.

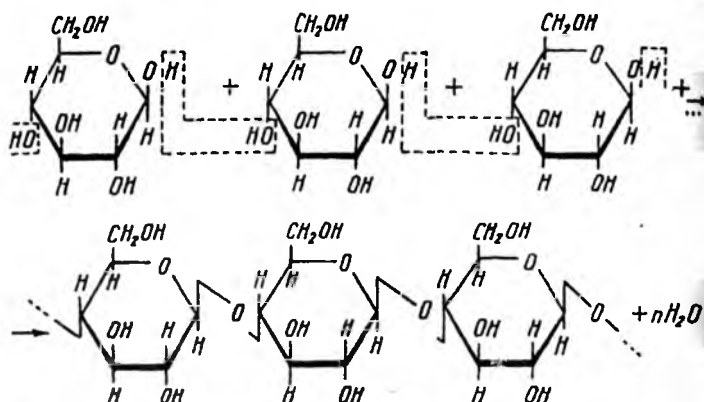
Барча мураккаб углеводдорлар сингари крахмал ҳам ферментлар таъсир эттирилганда ёки кислоталар билан эририлганда (водород ионлари катализатор бўлиб хизмат қилади) гидролизланади. Бунда дастлаб эрувчан крахмал, ундан унчалик мураккаб бўлмаган моддалар — декстрин-лар ҳосил бўлади. Гидролизнинг охириги маҳсулоти глюкоза ҳисобланади. Реакциянинг умумий тенгламасини шундай ифодалаш мумкин:



Крахмалнинг гидролизланиши унинг муҳим кимёвий хос-сасидир.

Крахмал «кумуш кўзгу» реакциясини бермайди, лекин

унинг гидролизланиш маҳсулотлари шундай реакция беради. Крахмал макромолекулалари циклик α - глюкозанинг кўп молекулаларидан таркиб топган. Шунга асосан крахмалнинг ҳосил бўлиш жараёнини шундай тасвирлаш мумкин:



Кўриниб турибдики, глюкоза молекулаларининг бирлашиши энг реакцияга киришувчан гидроксил группалар иштирокида содир бўлади, бундай группаларнинг йўқолиши альдегид группалар ҳосил бўлиш эҳтимоллигини йўққа чиқаради ва улар крахмал молекуласида йўқ. Крахмалнинг кимёвий хоссалари унинг тузилиши асосида ана шундай изоҳланади.

Йод эритмаси крахмални кўк рангга киритади. Қиздирилганда бу ранг йўқолади, совитилганда яна пайдо бўлади. Йод эритмасидан крахмални аниқлаш учун, крахмал эритмасидан (клейстеридан) эса — йодни аниқлаш учун фойдаланилади.

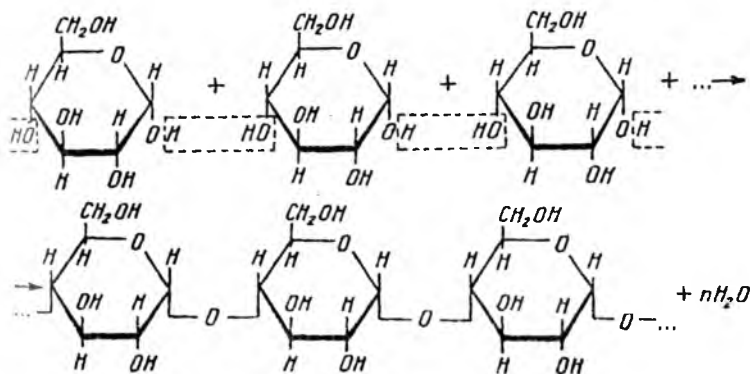
Крахмал турли-туман мақсадларда ишлатилади. У одамлар овқатидаги — нон, крупа, картошкадаги асосий углевод ҳисобланади. Анчагина миқдори қайта ишланиб, қандолатчиликда фойдаланиладиган декстринлар, патока глюкозага айлантирилади. Картошкадаги ва бошоқдиладонидаги крахмалдан этил спирт олинади. Крахмалдан елимловчи восита сифатида фойдаланилади. Газламаларга пардоз беришда, кийим-кечакни крахмаллашда ишлатилади. Тиббиётда крахмал асосида малҳам дорилар, сепкидорилар ва б. тайёрланади.

Целлюлоза. Целлюлоза крахмалга қараганда ҳам кўп тарқалган углевод. Ўсимлик ҳужайраларининг деворлари асосан целлюлозадан таркиб топган. Ёғочда 60% гача, пахта ва филтер қоғозда — 90% гача целлюлоза бўлади.

Соф целлюлоза — сувда ва одатдаги органик эритувчиларда эримайдиган оқ қаттиқ модда, мис (II)- гидроксидининг аммиакдаги эритмасида (*Швейцер реактивида*) яхши эрийди. Бу эритмадан кислоталар целлюлозани толалар ҳолида (гидратцеллюлоза) чўкмага туширади.

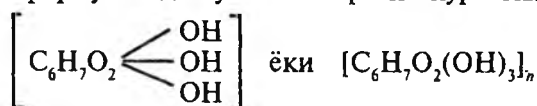
Крахмал каби целлюлозанинг таркиби ҳам $(C_6H_{10}O_5)_n$ формула билан ифодаланади. Целлюлозанинг баъзи турларида n нинг қиймати 40 мингга, молекуляр массаси эса бир неча миллионга етади. Унинг молекулалари чизиқсимон (тармоқланмаган) тузилган, шу сабабли целлюлоза осон толалар ҳосил қилади. Крахмал молекулалари эса ҳам чизиқсимон, ҳам тармоқланган структурага эга. Крахмалнинг целлюлозадан асосий фарқи ана шундадир.

Бу моддаларнинг тузилишида ҳам фарқ бор: крахмал макромолекулалари α - глюкоза молекулаларининг қолдиқларидан, целлюлоза макромолекулалари эса — β -глюкоза молекулаларининг қолдиқларидан таркиб топган. Целлюлоза макромолекуласининг ҳосил бўлиш жараёнини ушбу схема билан тасвирлаш мумкин:



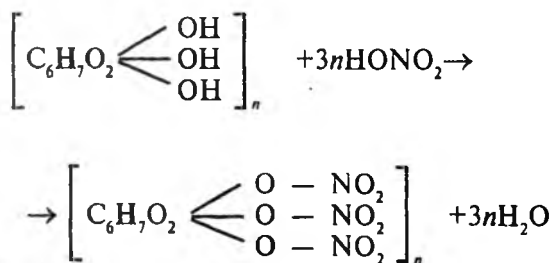
Молекулаларнинг тузилишида озгина фарқ борлиги полимерларнинг хоссаларидан анча фарқ бўлишига олиб келади: крахмал — овқатланиш маҳсулоти, целлюлозани эса овқат сифатида ишлатиб бўлмайди.

Целлюлоза ҳам кумуш кўзгу реакциясини бермайди (альдегид группаси йўқ), лекин кислоталар билан этерификация реакциясига киришади. Бу ҳол ҳар бир $C_6H_{10}O_5$ звонони глюкозанинг учта гидроксил группаси бор қолдиғи сифатида қарашга асос бўлади. Бу гидроксил группалар целлюлоза формуласида кўпинча ажратиб кўрсатилади:



Гидроксил группалар ҳисобига целлюлоза оддий ва мураккаб эфирлар ҳосил қилиши мумкин.

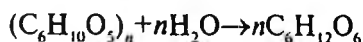
Целлюлоза сувни тортиб олувчи восита сифатидаги концентранган сульфат кислота иштирокида концентранган нитрат кислота билан ўзаро таъсир эттирилганда мураккаб эфир — целлюлоза тринитрати ҳосил бўлади:



Бу — ўқ-дори тайёрлаш учун ишлатиладиган портловчи модда.

Одатдаги температурада целлюлоза фақат концентранган кислоталар билангина реакцияга киришади.

Крахмал каби целлюлоза ҳам суюлтирилган кислоталар билан қиздирилганда гидролизланади ва глюкоза ҳосил қилади:



Целлюлозанинг гидролизи шакарланиш ҳам дейилади ва целлюлозанинг жуда муҳим хоссаси ҳисобланади, у ёғоч қипиқлари ва қириндиларидан глюкоза олишга имкон беради, глюкозани бижғитиш йўли билан эса этил спирт олинади. Ёғочдан олинган этил спирт гидролиз спирти дейилади.

Гидролиз заводларида 1 т ёғочдан 200 л гача этил спирт

олинади, бу эса 1,5 т картошкани ёки 0,7 т донни тежашга имкон беради.

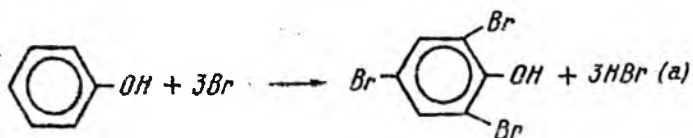
Ёғочдан олинган тозаланмаган глюкозани молларга озиқ сифатида бериш мумкин.

Булар целлюлозанинг ишлатилишига доир айрим мисолларгина, холос. Пахта, зигир ва каноптола ҳолидаги целлюлоза газламалар — ип-газлама ва зигир толали газламалар тайёрлашга сарфланади. Кўплаб миқдорда целлюлоза қогоз ишлаб чиқаришда ишлатилади. Қогознинг арзон навлари игнабаргли дарахтлар ёғочидан, яхши навлари — зигир ёки ип-газлама парчаларидан тайёрланади. Целлюлозани кимёвий қайта ишлаб, бир неча хил сунъий ипаклар, пластмассалар, киноплёнка, тутунсиз ўқ-дори, доклар ва кўпгина бошқа маҳсулотлар олинади.

17.19- §. Намунавий масалалар ечиш

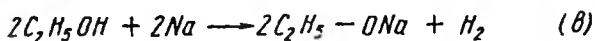
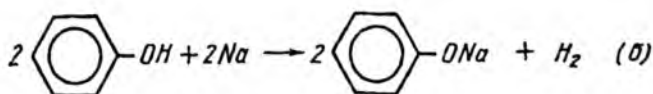
1- масала. Фенолнинг этанолдаги 16,3 г эритмаси 48 г бром билан қолдиқсиз реакцияга киришди. Фенолнинг этанолдаги худди шундай 65,2 г эритмасига мўл натрий метали таъсир эттирилганда қанча ҳажм водород ажралиб чиқади (ҳажмни нормал шароит учун ҳисобланг).

Ечиш. Этанол бром билан реакцияга киришмайди, фенол эса осон реакцияга киришади:



Бромнинг моляр массаси 160 г/моль, демак унинг 48 грамида $48/160=0,3$ моль бор. Реакциянинг тенгламаси (а) дан кўриниб турибдики, 0,3 моль Br_2 0,1 моль фенол билан реакцияга киришади. Фенолнинг моляр массаси 94 г/моль, демак эритмадаги фенолнинг массаси: $94 \cdot 0,1 \text{ г}=9,4 \text{ г}$. Этанолнинг массаси $(16,3-9,4)\text{г}=6,9 \text{ г}$ га тенг. Этанолнинг моляр массаси 46 г/моль га тенг, демак спиртнинг моллар сони $6,9/46 \text{ моль}=0,15 \text{ моль}$ бўлади. 65,2 г эритмада иккала моддалан 16,3 г га қараганда $65,2/16,3=4$ марта кўп, яъни $0,1 \cdot 4 \text{ моль}=0,4 \text{ моль}$ фенол ва $0,15 \times 4 \text{ моль}=0,6 \text{ моль}$ этанол бўлади.

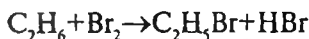
Натрий метали фенол билан ҳам, этанол билан ҳам реакцияга киришади:



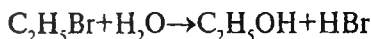
(б) тенгламадан куришиб турибдики, 0,4 моль фенолдан 0,2 моль H_2 ажралиб чиқади. Тенглама (в) дан куринишича, 0,6 моль этанолдан 0,3 моль H_2 ажралиб чиқади. Демак, ажралиб чиққан водороднинг миқдори (0,2+0,3) моль = 0,5 мольга тенг, унинг нормал шароитдаги ҳажми эса $0,5 \times 22,4 \text{ л} = 11,2 \text{ л}$ га тенг.

2- масала. Этандан фойдаланиб, қайси йўл билан этилацетат олиш мумкин? Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

Ечиш. Дастлаб этанни бромлаш йўли билан бромэтан оламин:



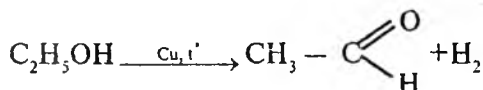
Бромэтанни ишқор иштирокида гидролизлаб, этанол оламин:



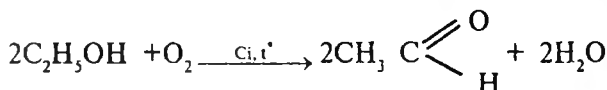
(ишқор мувозанатни спирт томонига силжитиш учун зарур).

Спиртдан икки хил йўл билан альдегид олиш мумкин:

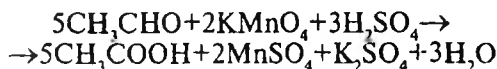
а) спиртни дегидрогенлаш:



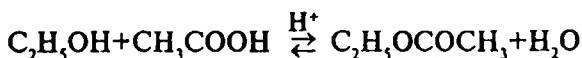
б) спиртни оксидлаш:



Альдегидни оксидлаб (исталган оксидловчи билан), сирка кислота олиш мумкин:

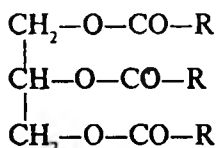


Мураккаб эфир — этилацетатни этанол билан, сирка кислотани катализатор — концентрланган сульфат кислота ишгирокида этерификация реакциясига киритиш йўли билан ҳосил қиламиз:

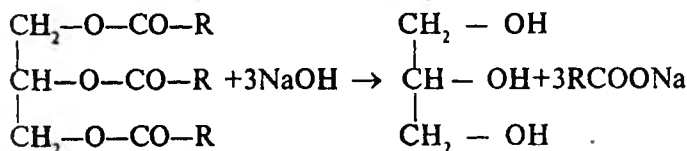


3- масала. 26 г триглицеридни совунлаш учун натрий гидроксиднинг 20% ли эритмасидан (зичлиги 1,22 г/мл) 49,2 мл керак бўлди. Реакция учун олинган мураккаб эфирнинг формуласини аниқланг.

Ениш. Триглицериднинг формуласини қуйидагича ёзамиз:



бунда R — таркиби C_nH_{2n+1} бўлган углеводород радикали (масалан: CH_3 , C_2H_5 , C_3H_7 ва ҳ.). Совунланиш реакциясини қуйидагича кўрсатиш мумкин:



Фараз қилайлик, x — радикал R нинг г/моль ҳисобидаги моляр массаси бўлсин. У ҳолда триглицериднинг моляр массаси $(173+3x)$ г/моль бўлади. NaOH нинг моляр массаси — 40 г/моль. Реакция учун NaOH эритмасидан $49,2 \cdot 1,22$ г =

$$= 60,0 \text{ олинган эди, унда } \frac{60,0 \cdot 20}{100} \text{ г} = 12 \text{ г NaOH бўлади.}$$

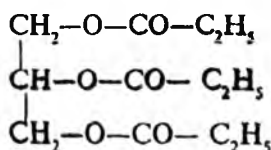
Реакция тенгламасига кўра $1 \cdot (173+3x) \text{ г} = (173+3x) \text{ г}$ триглицеридни совунлаш учун $3 \cdot 40 \text{ г} = 120 \text{ г NaOH}$ керак бўлади:

$$\begin{array}{rcl} (173+3x) \text{ г глицерид} & - & 120 \text{ г NaOH} \\ 26 \text{ г глицерид} & & 12 \text{ г NaOH} \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $(73+3x):120=26:12$, бундан

$$12(173+3x)=26 \cdot 120 \text{ ва } x=29.$$

Радикал R нинг формуласи C_nH_{2n+1} , 1 C атомларининг моляр массаси 12 г/моль, H — 1 г/моль. Бундан қуйидагича ёзиш мумкин $n \cdot 12 + (2n+1) \cdot 1 = 29$; $n = 2$, яъни углеводород радикалининг формуласи C_2H_5 , триглицериднинг формуласи эса:

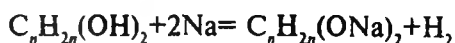


17- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УЛАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

17.1. Массаси 276,8 г бўлган спирт билан натрий орасидаги реакция натижасида 100 л водород ажралиб чиққан бўлса, ҳосил бўлган алкоголят таркибидаги натрийнинг масса улушини ҳисобланг ва спиртнинг формуласини топинг.

А) 0,41; пропандиол В) 0,43; этиленгликол
С) 0,47; бутандиол Д) 0,49; этиленгликол Е) 0,5;
этиленгликол

Ечиш: Умумий кўринишда реакция тенгламасини ёзамиз:



Реакцияда ҳосил бўлган водороднинг моль миқдори $n(H_2) = 100 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 4,46 \text{ моль}$, $m = 8,92 \text{ г}$. Натрийнинг массаси $2n(Na) \cdot 23 = 2 \cdot 4,46 \cdot 23 = 205 \text{ г}$. Спиртнинг моль миқдори водороднинг моль миқдорига тенг эканлиги реакция тенгламасидан маълум. Спиртнинг молекуляр массасини топамиз:

$$M_{\text{спирт}} = \frac{m_{\text{спирт}}}{n_{\text{спирт}}} = \frac{276,8 \text{ г}}{4,46 \text{ моль}} = 62 \text{ г/моль}$$

Унинг формуласидаги n нинг қийматини ҳисоблаймиз:

$$\begin{array}{l} C_nH_{2n}(OH)_2 = 62 \\ 12n + 2n + 34 = 62 \end{array}$$

$$\text{дан } n = \frac{62 - 34}{14} = 2 \text{ бўлади.}$$

Формуласи: $C_2H_4(OH)_2$ ёки $\begin{array}{c} CH_2 - CH_2 \\ | \quad \quad | \\ OH - OH \end{array}$ этиленгликол

экан.

Алкоголятнинг моляр массасини топамиз:

$$M/\text{алкоголят}/ = M/\text{спирт}/ + m(\text{Na}) - m(\text{H}_2) = 62 + 46 - 2 = 106 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{алкоголят}) = 4,46 \cdot 106 = 473 \text{ г}$$

Натрийнинг масса улуши:

$$\omega(\text{Na}) = \frac{m/\text{натрий}/}{m/\text{алкоголят}/} = \frac{205}{473} = 0,43 \text{ бўлади.}$$

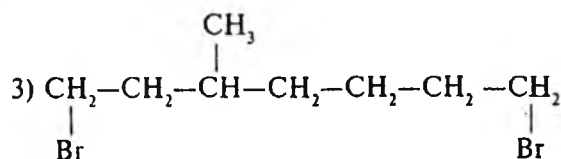
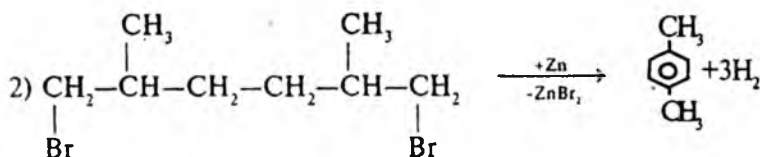
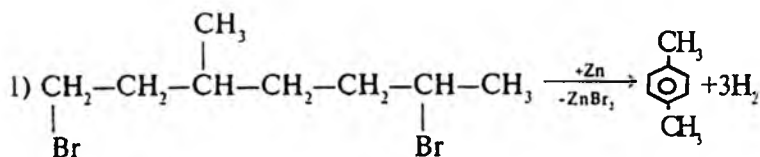
Жавоб: В бўлади.

17.2. Дегидроцикллаш маҳсулоти *n*-метилтолуол бўлса, бошлангич модда таркибини топинг.

- 1) 1,6-дибром-3-метилгептан; 2) 1,5-дибром-3,5-диметилгексан; 3) 1,6-дибром-2,5-диметилгексан; 4) 3-метил-1,6-дибромгептан.

А) 1,3 В) 1,4 С) 1,2 Д) 2,3 Е) 2,4.

Ечиш: Тестда олиш талаб этиладиган *n*-метилтолуол таркибидаги метил радикаллари оралиғида иккита углерод атоми бўлиши керак. Бундан ташқари, иккита бром атоми орасида бириккан углерод атомлари орасида 4 та углерод атомлари бўлиши керак. Бундай вазият 1,3 ва 4-моддаларда мавжуд. *n*-метилтолуолнинг шу бирикмалардан ҳосил бўлиш реакция тенгламасини қуйида келтирамиз:



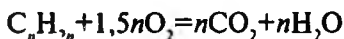
бу модда ҳалқасида 7 та углеродатоми бўлиши керакли маҳсулотни олишга олиб келмайди.

Жавоб: А бўлади.

17.3. Қайси циклоалканнинг ёки унинг гомологининг бир ҳажм бугининг ёниши учун 45 ҳажм ҳаво талаб этилади?

А) циклопропан В) метилциклопропан С) циклобутан Д) циклопентан Е) метилциклопентан.

Ечиш: Циклоалканларнинг ёниш реакция тенгламасини тузамиз:



Тест шартида қатнашган ҳаво ҳажмини кислородга ҳисобласак $45 \text{ ҳажм} \cdot 0,2 = 9 \text{ ҳажм}$ бўлади. Унда шартга биноан $1,5n = 9$ бўлса, $n = 9 : 1,5 = 6$ бўлади.

Унда $C_6H_{12} + 9O_2 = 6CO_2 + 6H_2O$

Реакция учун олинган модда метилциклопентан бўлади.

Жавоб: Е бўлади.

17.4. Мой кислотанинг натрийли тузини калий ишқор кристаллари билан қиздирилганда қуйидагиларнинг қайси бири ҳосил бўлади?

1) пропан кислотанинг натрийли ҳосиласи; 2) пропен; 3) пропин; 4) пропан; 5) пропен; 6) бутан; 7) бутин. А) 1, 3 В) 2, 4 С) 5 Д) 4 Е) 6, 7.

Ечиш: Карбон кислоталарнинг ишқорий металл тузини кристалл ҳолидаги ортиқча миқдорда олинган ишқор билан қиздирилганда сода (кислотанинг карбоксил группаси ҳисобиға) ҳосил бўлади ва алкан молекуласи ҳосил бўлади:



Бу усул лабораторияда тўйинган углеводород олиш учун қўлланади.

Жавоб: Д бўлади.

17.5. Массаси 100 г бўлган этил спиртнинг 94% ли эритмасидан 0,4 масса улушли эритмасини олиш учун талаб этиладиган сув массасини ҳисобланг. (Спирт билан сув аралаштирилганда ҳажм ўзгаришини ҳисобга олманг.)

А) 225 В) 135 С) 155 Д) 140 Е) 150

Ечиш: Бу тестни учта усулда ечиш мумкин, уларни кўриб ўтамиз.

1) Берилган 100 г спирт эритмасида 94 г тоза спирт бўлса, шу масса тайёрланиши керак бўлган эритманинг 40% ни ташкил этиши керак, ҳосил бўладиган эритмага қанча сув қўшилганда умумий масса 100% ни ҳосил қилади?

Пропорция тузамиз: 94 грамм спирт 40% ни ташкил этса, x г эритма 100 % бўлади.

$$x = \frac{94 \cdot 100\%}{40\%} = \frac{9400}{40} = 235 \text{ г. Қўшиладиган сув массаси } 235 - 100 = 135 \text{ г бўлади.}$$

2) Крест қондасидан фойдаланамиз:

$$\begin{array}{ccc} 94 & \diagdown & 40 \\ & 40 & \\ 0 & \diagup & 54 \end{array}$$

40 масса бирлик 100 г бўлса,
54 — " — x г бўлади.

Бунда x қўшиладиган сув массасига тенг бўлади:

$$x = \frac{54 \cdot 100}{40} = 135 \text{ г бўлади.}$$

3) Тайёр формула

$$\omega = \frac{m(\text{спирт}) \cdot 100\%}{m(\text{спирт эритмаси}) + x} \text{ дан фойдаланамиз.}$$

Унда ω — тайёрланадиган эритманинг масса улуши (40%),
 x — қўшиладиган сув массаси.

Бу формулада $\omega = 40\%$ ва $m(\text{спирт}) = 94$ га тенг.

Бу формулага тегишли қийматларни қўйиб ечамиз

$$40 = \frac{94 \cdot 100}{100 + x} \text{ дан } 4000 + 40x = 9400 \quad x = 135 \text{ г бўлади.}$$

Жавоб: В бўлади.

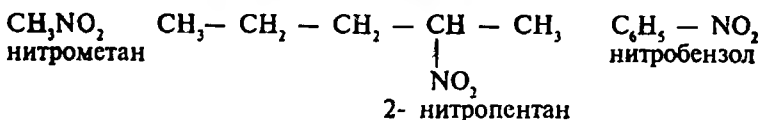
18- Б О Б. АЗОТЛИ ОРГАНИК БИРИКМАДАР

18.1- §. Нитробирикмалар

Молекуласида углевод атомида нитрогруппа — NO_2 бўлаган органик моддалар нитробирикмалар дейилади.

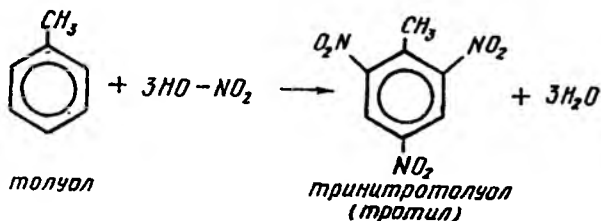
Уларни углеводородларнинг водород атоми ўрнини нитрогруппа олган ҳосилалари сифатида қараш мумкин. Нитрогруппаларнинг сонига қараб моно-, ди- ва полинитробирикмалар бўлади.

Нитробирикмаларнинг номи бошланғич углеводородлар номига нитро — олд қўшимчани қўшиш йўли билан ҳосил қилинади. Масалан:



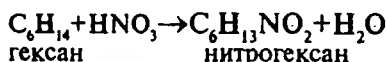
Бу бирикмаларнинг умумий формуласи $\text{R} - \text{NO}_2$.

Органик моддага нитрогруппани киритиш *нитролаш* дейилади. Уни турли усуллар билан амалга ошириш мумкин. Ароматик бирикмаларга концентрланган нитрат ва сульфат кислоталарнинг аралашмасини (биринчиси — нитроловчи агент, иккинчиси — сувни тўғиб олувчи модда) таъсир эттириш йўли билан уларни осон нитролаш мумкин:

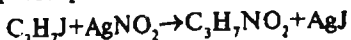


Тринитротолуол портловчи модда сифатида яхши маълум. У фақат детонациядан портлайди. Тугайдиган аланга бериб, портламасдан ёнади.

Тўйинган углеводородларни нитролаш учун углеводородларга қиздириб туриб ва юқори босимда сукултирилган нитрат кислота таъсир эттирилади (*М. И. Коновалов реакцияси*):



Нитробирикмалар қўпинча алкилгалогенидларни кумуш нитрит билан ўзаро таъсир эттириб олинади.

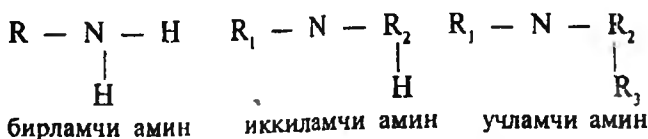


Нитробирикмалар қайтарилганда аминлар ҳосил бўлади.

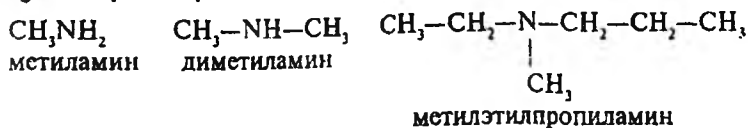
18.2-§. Аминлар

Аммиакнинг битта, иккита ёки учала водород атоми органик радикалларга алмашинган ҳосилалари аминлар дейилади.

Радикаллар сонига қараб, аминлар бирламчи (битта радикалли), иккиламчи (иккита радикалли) ва учламчи (учта радикалли) бўлади. Аминларнинг умумий формуллари.



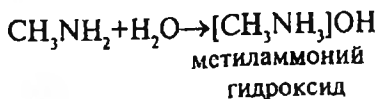
Аминларнинг номи одатда уларнинг молекуласи таркибига кирган радикалларнинг номига — амин қўшимчасини қўшиб ҳосил қилинади. Масалан:

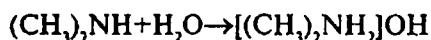


Диаминлар — булар молекуласида иккита аминогруппа — NH_2 бўладиган органик бирикмалардир. Масалан: этилендиамин $H_2N - CH_2 - NH_2$, гексаметилендиамин $H_2N - (CH_2)_6 - NH_2$, бу синтетик найлон тола олишда ишлатилади.

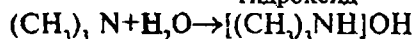
Аминлар аммиакнинг ҳосилалари бўлгани сабабли уларда аммиакнинг кимёвий хоссалари такрорланади. Қуйи аминлар (мети́ламин, димети́ламин, тримети́ламин) одатдаги шароитда — аммиак ҳиди келадиган газлар, аминлар қаторининг ўрта аъзолари — салгина ҳиди бор суюқликлар, юқори аъзолари — ҳидсиз, қаттиқ моддалар.

Аммиак каби аминлар ҳам сувда эриганда асослар ҳосил қилади:





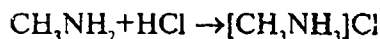
диметиламмоний
гидроксид



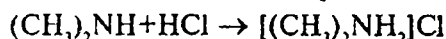
триметиламмоний
гидроксид

Аминлар асос хоссаларига эга бўлганлиги (протон би-
риктириб олади) туфайли улар кўпинча *органик асослар*
дейилади.

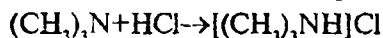
Аммиак сингари аминлар ҳам кислоталар билан реак-
цияга киришиб, тузлар ҳосил қилади:



метиламмоний
хлорид

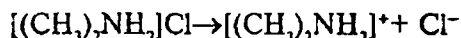


диметиламмоний
хлорид

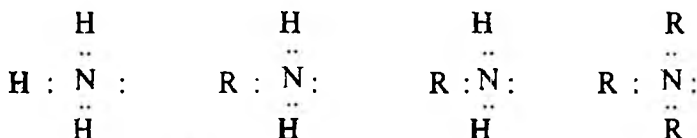


триметиламмоний
хлорид

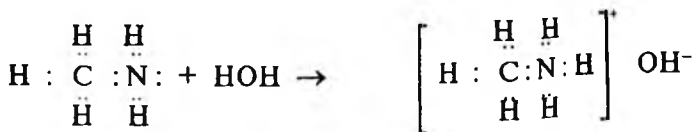
Аммоний тузлари каби аминларнинг тузлари ҳам — сувда
эрийдиган кристалл моддалар. Уларнинг сувдаги эритмала-
ри электр токини ўтказида, чунки улар ионларга яхши
диссоциланади:



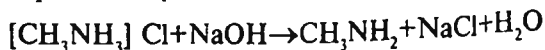
Аминларнинг хоссалари билан аммиакнинг хоссалари ўхшаш-
лиги уларнинг электрон тузилиши билан изоҳланади. Маъ-
лумки, аммиакнинг ва аминларнинг молекулаларида бўлин-
маган эркин электронлар жуфти бор азот бўлади:



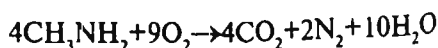
Сувда эритилганда азот билан сувнинг протони орасида
донор-акцепторли механизм бўйича ковалент боғланиш
вужудга келади, масалан:



Аминларнинг тузларига ишқорлар таъсир эттирилганда аминлар ажралиб чиқади:



Аминлар ҳавода ёнади:



18.3- §. Анилин

А р о м а т и к а м и н л а р н и н г энг оддий вакили анилин $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ дир. Уни бензолнинг молекуласидаги водород атомининг ўрнини аминогруппа олган ҳосиласи ёки аммиакнинг битта водород атоми фенил радикалига алмашинган ҳосиласи сифатида қараш мумкин. Анилиннинг структура формуласи қуйидагича:

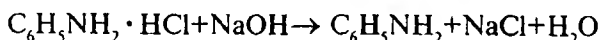


Анилин — ўзига хос салгина ҳиди бор, рангсиз, мойсимон суюқлик. У сувдан оғирроқ ва сувда кам эрийди, лекин спиртда, эфирда ва бензолда яхши эрийди. Заҳарли.

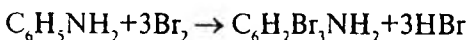
Анилиннинг хоссаларига бензол ядроси таъсир кўрсатади. Бензол ядросининг π - электронлари азотнинг бўлинмаган электронлар жуфти билан ўзаро таъсирлашиб, уни ўз доирасига тортади. Бунинг натижасида азотда электронлар зичлиги камаяди, протон кучсизроқ боғланади ва эркин гидроксил ионлар кам ҳосил бўлади. Шунинг учун анилин жуда кучсиз асос хоссаларини намоён қилади (бу хоссалар тўйинган қатор аминларидагига ва аммиакдагига қараганда кучсиз бўлади). Масалан, анилин эритмаси лакмусни кўк рангга киритмайди, лекин кучли кислоталар билан ўзаро таъсир эттирилганда анилин (тўйинган қатор аминлари сингари) тузлар ҳосил қилади:



Анилин хлорид сувда яхши эрийди. Агар шундай эритмага етарли миқдорда ишқор эритмасидан қўшилса, у ҳолда анилин яна эркин ҳолда ажралиб чиқади:



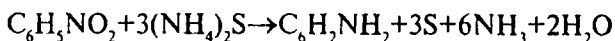
Бензол ҳалқасига аминогруппа анча таъсир этади. Бу водород атомлари ҳаракатчанлигининг бензолдагига нисбатан кучайишида кўринади. Масалан, анилин одатдаги шаброитда — катализаторсиз ва қиздирмасдан туриб бромли сув билан осон реакцияга киришади:



Худди шу сабабли анилин осон оксидланади. Ҳавода анилин оксидланиши туфайли тез қўнғир рангга кириди. Бошқа оксидловчилар билан ҳам осон реакцияга киришиб, турли хил рангли моддалар ҳосил қилади. Масалан, анилин хлорли оҳак билан реакцияга киришганда ўзига хос гунафша ранг пайдо бўлади. Бу анилинга энг сезилувчан сифат реакциялардан биридир. Анилин хромли аралашма (концентранланган сульфат кислота билан калий дихромат $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ аралашмаси) билан реакцияга киришганда қора анилин дейиладиган қора чўкма ҳосил бўлади. Бу модда мустаҳкам бўёқ сифатида (газламалар ва мўйнани қора рангга бўйаш учун) ишлатилади. Одатда газламага олдин оксидловчининг эритмаси шимдирилади. Ҳосил бўлган қора анилин тола говакларига ўтиради. У сувда эримайди ва совун ҳамда ёруғлик таъсирига анча чидамлидир.

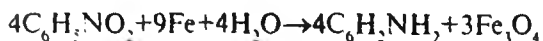
Олиниши. Анилин ва ароматик қаторнинг бошқа бирламчи аминлари 1842 йилда рус кимёгари Н. Н. Зинин кашф этган реакция ёрдамида олинган. Зинин реакцияси — бу нитробирикмаларни қайтариш йўли билан ароматик аминлар (шу жумладан анилин) олиш усулидир. Шуни таъкидлаб ўтиш керакки, нитробирикмаларни қайтариш аминлар олишнинг умумий усули, лекин ягона усули эмас.

Н. Н. Зинин қайтарувчи сифатида аммоний сульфиддан фойдаланди:

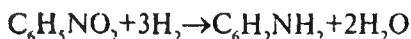


Лекин кейинчалик қайтарувчи сифатида водород ишлатила бошланди. Ҳозирги вақтда саноатда анилин олишнинг асосий усули нитробензолни озроқ миқдордаги хлорид кис-

лота (унинг ўрнига аммоний хлорид ишлатиш ҳам мумкин) иштирокида чўян қириндилари билан қайтаришдир. Бу жараёни қуйидаги тенглама билан кўрсатиш мумкин:



Кейинги йилларда бу усулни анча истиқболли контакт усули: нитробензол билан водород буғлари аралашмасини 300°C да катализатор устидан ўтказиб анилин олиш усули аста-секин сиқиб чиқармоқда:



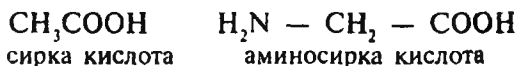
Н. Н. Зинин реакцияси ёрдамида анилин кўйлаб миқдорларда олинади. Бошқа ароматик аминлар, масалан нитротолуоллардан толуидинлар ҳам шу йўл билан олинади. Анилин ва толуидинлар анилинли бўёқлар, дори-дармонлар ва кўпгина қимматли бирикмалар олишда бошланғич моддалар ҳисобланади.

Ароматик нитробирикмаларни аминларга айлантиришнинг Зинин кашф этган усули кимё саноатида янги даврни бошлаб берди ва органик синтез саноатининг, айниқса анилин-бўёқ ва фармацевтика саноатининг жадал ривожланиши учун туртки бўлди.

18.4- §. Аминокислоталар

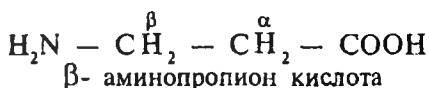
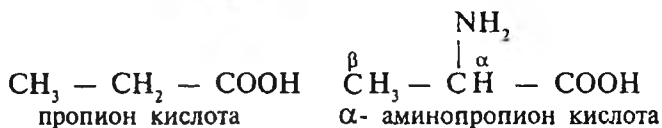
Молекуласида бир вақтнинг ўзида ҳам аминогруппа — NH_2 , ҳам карбоксил группа — COOH бўладиган органик бирикмалар аминокислоталар дейилади.

Уларни карбон кислоталарнинг углеводород радикалидаги битта ёки бир неча водород атомлари ўрнини аминогруппа олишидан ҳосил бўлган ҳосилалари сифатида қараш мумкин. Масалан:

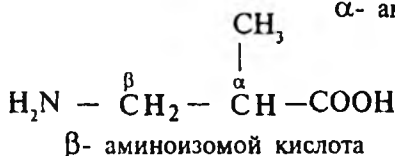
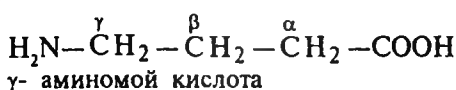
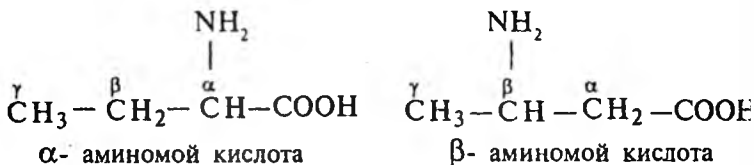


Аминокислоталарнинг номи тегишли кислота номидан *амино*-олд қўшимча қўшиш билан ҳосил қилинади. Лекин оксиллар таркибига кирадиган аминокислоталарнинг тарихан таркиб топган амалий номлари ҳам бор, масалан аминосирка кислота гликокол ёки глицин, аминопропион кислота — аланин ҳам дейилади ва ҳ. к.

Аминокислоталарнинг изомерияси аминогруппанинг жойлашган ўрнига ва углеводород радикалининг тузилишига боғлиқ. Аминогруппанинг карбоксилга нисбатан жойлашувига қараб, қуйидагича аминокислоталар бўлади: α- аминокислоталар (карбоксил группадан бошлаб ҳисоблаганда аминогруппа биринчи углерод атомида бўлади), β- аминокислоталар (аминогруппа иккинчи углерод атомида бўлади), γ- аминокислоталар (аминогруппа учинчи углерод атомида бўлади) ва ҳ. к. Масалан:



Углеводород радикалининг тармоқланиши билан боғлиқ бўлган изомерия илгари кўриб чиқилган эди. Мисол тариқасида $\text{C}_3\text{H}_6(\text{NH}_2)\text{COOH}$ таркибли изомер бирикмаларнинг формулаларини ёзамиз:

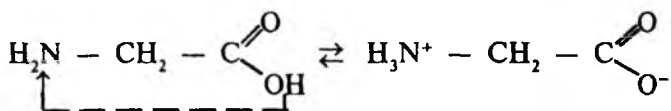


α-аминокарбон кислоталар энг муҳим аҳамиятга эга. Улар табиатда кенг тарқалган — оксиллар шу кислоталар

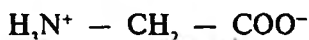
дан тузилган. Оксиллардан гидролиз йўли билан 22 хил α -аминокислоталар ажратиб олинган.

Аминокислоталар — рангсиз кристалл моддалар, юқори температураларда (250°C дан юқорида) парчаланиб, суюқланади. Сувда яхши эрийди ва эфирда эрмайди.

Кимёвий хоссалари жиҳатидан аминокислоталар — ўзига хос амфотер бирикмалар. Амфотерлик хоссалари аминокислоталар молекулаларида аминогруппа билан карбоксил группанинг бир-бирига таъсири билан тушунтирилади:

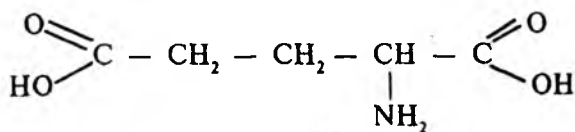


Буни шундай тушунтириш мумкин. Аминокислотанинг карбоксил группаси водород ионини ажратади, сўнгра у ўша молекуланинг аминогруппасига — азотнинг бўлинмаган электрон жуфти бор жойга бирикади. Натижада функционал группаларнинг таъсири нейтралланади, *ички туз* ҳосил бўлади, эритмада водород ионлари ёки гидроксилнинг ортиқчаси бўлмайдди, шу сабабли у индикаторга таъсир этмайдди. Сувдаги эритмаларда α -аминокислоталар *ички туз* ёки биполяр ион ҳолида бўлади:

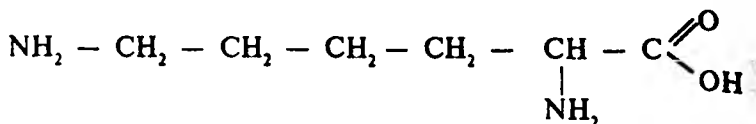


Эритмада ионлар борлиги сабабли у электр токини ўтказди.

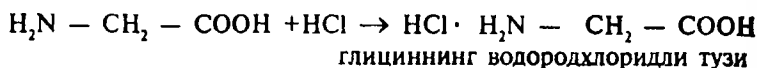
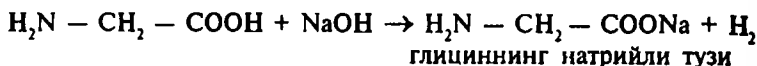
Лекин молекуласида аминогруппа билан карбоксил группаларнинг сони турлича бўлган аминокислоталарнинг эритмалари индикаторга таъсир этади. Масалан, глутамин кислотанинг



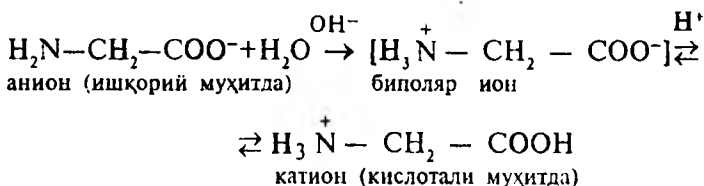
сувдаги эритмаси кучли кислотали муҳитга эга бўлади (карбоксил группаларнинг миқдори кўпроқ), лизиннинг



сувдаги эритмаси эса кучсиз ишқорий муҳитга эга бўлади (аминогруппалар кўпроқ). Аминокислоталарнинг амфотер хусусияти уларнинг ишқорлар ва кислоталар билан реакцияга киришиб, тузлар ҳосил қилишидан исботланади. Масалан:

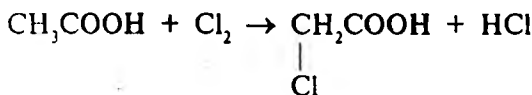


Шундай қилиб, OH^- ионларнинг концентрацияси ортаганда аминокислоталар анион шаклида (кислота сифатида), H^+ ионларнинг концентрацияси кўпайганда эса катион шаклида (асос сифатида) реакцияга киришади, яъни,

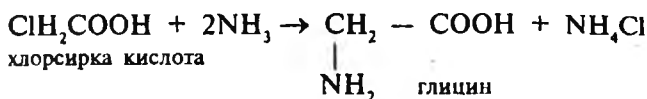


Аминокислоталар металллар, металлларнинг оксидлари билан реакцияга киришиб тузлар, спиртлар билан реакцияга киришиб, мураккаб эфирлар ҳосил қилади.

Аминокислоталар оқсиллар гидролизланганда гидролизнинг охириги маҳсулотлари сифатида ҳосил бўлади. Лекин улар синтетик йўл билан ҳам олиниши мумкин: масалан, аммиак кислоталарнинг галогенли ҳосилалари билан ўзаро таъсир эттирилганда аминокислоталар олинади. Галогенли ҳосилалар кислоталарни хлорлаш йўли билан олинади:



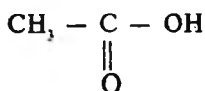
ва сўнгра



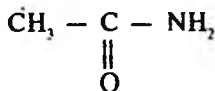
Аминокислоталар тирик организм оқсилларининг тузилиши учун зарур. Одам ва ҳайвонлар уларни оқсилли овқат таркибидан олади. Кўпчилик аминокислоталар тиббиётда дори-дармон сифатида ишлатилади, баъзиларидан қишлоқ хўжалигида ҳайвонлар овқатига қўшиб бериш учун фойдаланилади. Тармоқланмаган аминокислоталар бифункционал (молекуласида иккита функционал группа бор) мономерлар сифатида синтетик толар, шу жумладан капрон ва энант ишлаб чиқариш учун фойдаланилади.

18.5- §. Кислоталарнинг амидлари

Кислоталарнинг гидроксил группаси аминогруппага алмашинган ҳосилалари шу карбон кислоталарнинг амидлари дейилади. Масалан:



сирка кислота



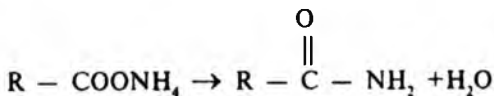
сирка кислотанинг
амиди

Амидларнинг умумий формуласи RCONH_2 . Функционал груп-

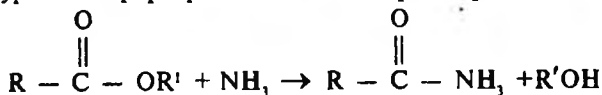
па — $\text{C} \begin{matrix} \text{O} \\ \text{NH}_2 \end{matrix}$ аминогруппа дейилади. Амидларнинг номи улар

ҳосил бўлган кислоталарнинг номига амид сўзини қўшиб олиб ҳосил қилинади.

Амидлар карбон кислоталарнинг аммонийли тузларини қиздириш йўли билан олинади:

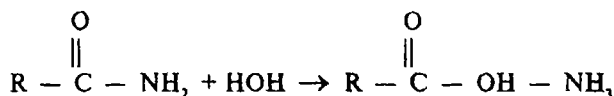


ёки мураккаб эфирларга аммиак таъсир эттириб олинади:

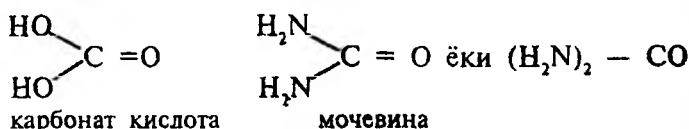


Чумоли кислотанинг амиди — суюқлик, қолган барча кислоталарнинг амидлари — оқ кристалл моддалар. Қуйи амидлар сувда яхши эрийди. Амидларнинг сувдаги эритмалари лакмусга нейтрал реакция беради.

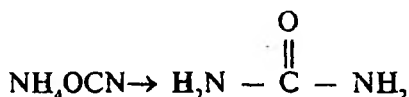
Амидларнинг жуда муҳим хоссаси — уларнинг кислота ва ишқорлар иштирокида гидролизлана олиш хусусиятидир. Бунда кислота билан аммиак ҳосил бўлади:



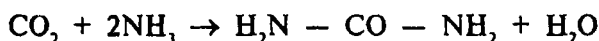
Кислоталарнинг амидлари қаторига **м о ч е в и н а** киради. Бу одам ва ҳайвонлар организмидаги азот алмаши-нишнинг охирги маҳсулотидир. Мочевинани карбонат кислотанинг тўлиқ амиди сифатида қараш мумкин:



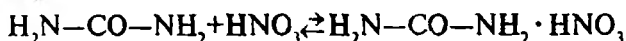
Мочевина, бошқача айтганда карбамид — сувда яхши эрийдиган оқ кристалл модда. Уни дастлаб 1828 йилда немис олими Вёлер аммоний цианатдан олган эди:



Бу синтетик йўл билан олинган биринчи органик бирикмадир. Саноатда мочеви́на углерод (IV)- оксид билан аммиакдан қиздириб туриб (150°C) ва юқори босимда олинади:



Кучли минерал кислоталар билан мочеви́на тузлар ҳосил қилади.

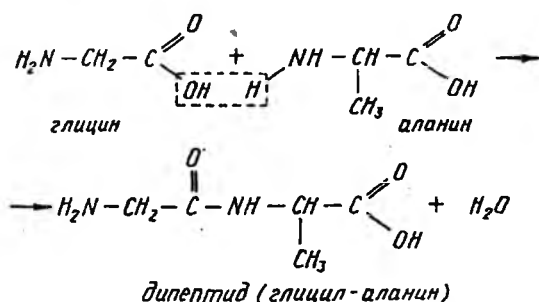


Мочевина — қимматли жуда концентранган азотли ўғит (46,6% азот), барча тупроқларда ва ҳамма экинлар учун кен фойдаланилади. У азот манбаи сифатида ҳайвонлар озигига

қўшиб берилади. Мочевина — формальдегид смолалар ва дори-дармонлар (дюминал, веронал ва б.) олишда бошланғич модда сифатида ҳам ишлатилади.

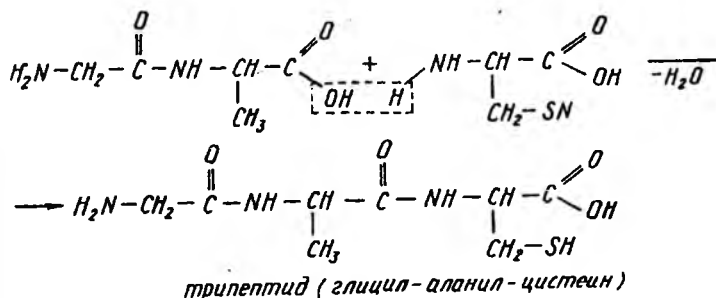
18.6- §. Оқсиллар

Оқсиллар — α -аминокислоталардан тузилган мураккаб юқори молекуляр табиий бирикмалардир. Ҳозирги тасаввурларга кўра оқсилларда аминокислоталар бир-бири билан *пептид* (амид) боғланишлар (— NH — CO —) орқали боғланиб, пептид занжирлар ҳосил қилади. Пептид боғланишлар битта аминокислота карбоксилнинг бошқа кислотанинг аминогруппаси билан ўзаро таъсирлашиши натижасида ҳосил бўлади. Бунда иккита α -аминокислотадан бир молекула сув ажралиб чиқиб, пептидлар ҳосил бўлади:



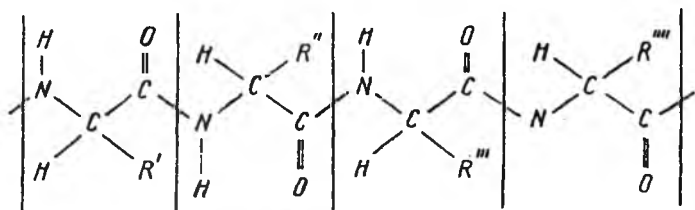
Учта аминокислотадан трипептидлар, кўп сонли аминокислоталардан — полипептидлар ҳосил бўлади.

Ҳосил бўлган дипептидда молекуланing учларида ҳар қайси аминокислотадаги каби функционал группалар — карбоксил билан аминогруппа қолади. Шу сабабли дипеп-



тид ўзининг битта учи орқали учинчи аминокислота билан реакцияга киришиб, трипептид ҳосил қилиши мумкин:

Худди шу йўл билан трипептид тетрапептидга, сўнгра пентапептидга айланади ва ҳ. к. Назарий жиҳатдан полипептид занжирнинг узунлиги исталганча катта бўлиши мумкин. Бундай занжирнинг тузилишини умумий ҳолда ушбу схема билан ифодалаш мумкин:



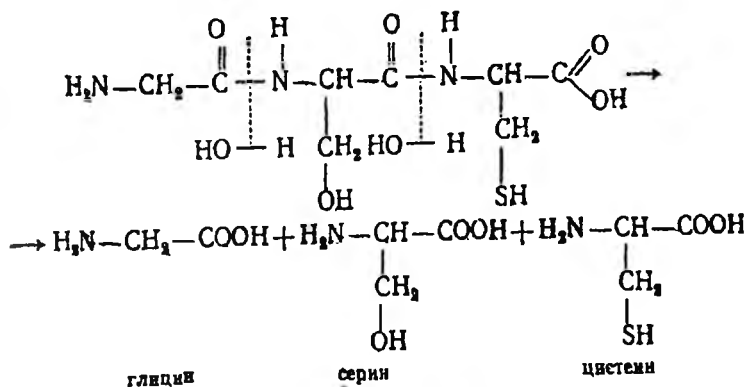
бунда R' , R'' , R''' , R'''' — аминокислоталарнинг ён радикаллари, вертикал чизиқлар билан алоҳида аминокислота қолдиқлари ажратиб кўрсатилган.

Рус биокимёгар олими А. Я. Данилевский ўзининг тажрибалари асосида 1888 йилда оқсил молекуласида аминокислоталар қолдиқлари орасида пептид боғланишлар борлиги ҳақида гипотезани биринчи бўлиб илгари сурди. Кейинчалик XX асрнинг бошларида немис олими Э. Фишер пептид боғланиш мавжудлигини тажрибада тасдиқлади. У 19 та аминокислота қолдиғидан таркиб топган полипептидни синтез қилишга муваффақ бўлди.

Алоҳида оқсиллар молекулалари таркибига кирадиган аминокислоталар қолдиқларининг сони турли-туман бўлиши мумкин: улар инсулинда 51 та, миоглобинда — 140 атрофида. Оқсилларнинг молекуляр массаси шунинг учун ҳам жуда кенг чегарада — 20 000 дан бир неча миллионгача ўзгариб туради. Молекуляр массасини аниқлаш ва элемент анализ қилиш асосида оқсил — қон гемоглобини молекуласининг эмпирик формуласи $(C_{738}, H_{1166} O_{208} S_2Fe)_4$ аниқланган.

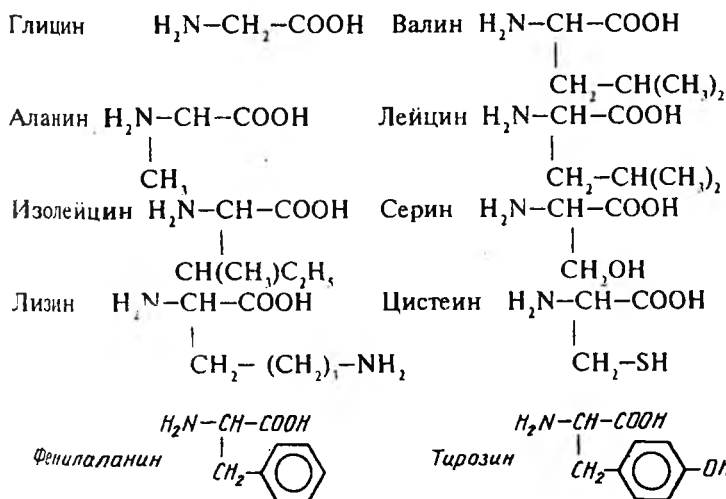
Оқсилларнинг таркиби ва тузилиши ҳақидаги маълумотлар уларнинг гидролизланиш маҳсулотларини ўрганиш вақтида олинган. Гидролиз оқсиллар кислота ёки ишқорларнинг эритмалари билан қиздирилганда ёки ферментлар таъсир эттирилганда содир бўлади. Гидролизнинг охириги маҳсулотлари α -аминокислоталар ҳисобланади. Масалан,

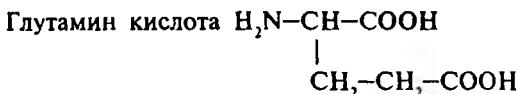
битта трипептиднинг тўлиқ гидролизланиши учта аминокислота ҳосил бўлишига олиб келади:



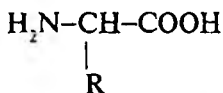
Ҳозирги вақтда оқсилларнинг кўпчилиги сифат жиҳатдан турлича бўлган 22 хил α-аминокислоталардан таркиб топганлиги аниқланган. Бундан оқсилларнинг макромолекулаларида аминокислоталарнинг алоҳида қолдиқлари турлитуман бирикмалар ҳолида кўп марта такрорланиши лозим деган хулоса келиб чиқади. Турли хил оқсиллар сонининг жуда кўплигига сабаб ана шудир.

Оқсиллардан ажратиб олинган баъзи энг муҳим аминокислоталарнинг тузилиши ва номларини келтирамиз:





Оқсилларни ҳосил қиладиган аминокислоталарнинг таркиби қуйидаги умумий формула билан ифодаланади:



бунда радикалда турли хил функционал группалар ($-\text{SH}$, $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$) ва ҳалқалар бўлиши мумкин.

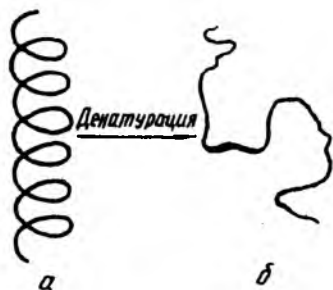
Оқсилларнинг гидролизи аслида полипептид боғланишларнинг гидролизидан иборат. Оқсилларнинг ҳазм бўлиши ҳам ана шунга асосланган. Овқат ҳазм бўлишида оқсил молекулалари аминокислоталарга қадар гидролизланади, бу кислоталар сувли муҳитда яхши эриганлиги сабабли қонга ўтади ва организмнинг барча ҳужайра ҳамда тўқималарига етиб боради. Бу ерда аминокислоталарнинг энг кўп қисми турли аъзо ва тўқималарда оқсиллар синтез бўлишига, бир қисми — гормонлар, ферментлар ва бошқа биологик муҳим моддалар синтез бўлишига сарфланади, қолгани эса энергия материали сифатида хизмат қилади.

Органик кимёда тадқиқотнинг тажрибага асосланган янги усулларининг пайдо бўлиши ва ривожланиши оқсил струк-

турасини ўрганишда анча ютуқларга эришилишига сабаб бўлди. Ҳозирги вақтда оқсил молекуласининг бирламчи, иккиламчи ва учламчи структуралари бир-биридан фарқ қилинади.

Оқсилнинг бирламчи структураси — унинг кимёвий структураси, яъни ушбу оқсилнинг полипептид занжирида аминокислоталар қолдиқларининг навбатлашиб келишидир.

Оқсилнинг иккиламчи структураси — полипептид занжир-



18.1- расм. Денатурацияда оқсил молекуласи конфигурациясининг ўзгариши:

a — α -спираль; *b* — тартиби бузилган оқсил занжири.

нинг фазодаги шакли. Рентген-структура анализи ва текширишнинг бошқа физикавий усуллари ёрдамида табиий оксилларнинг полипептид занжирлари буралган ҳолатда — спираль кўринишида бўлиши аниқланган. Спираль структура спиралнинг ёнма-ён ўрамларидаги аминокислоталар қолдиқларидаги СО ва NH группалар орасида вужудга келадиган водород боғланишлар билан тутиб турилади (18.1-расм, а да пунктир билан белгиланган). Бундай иккиламчи структура α -спираль деб аталади (18.1-расм, а). Унда водород боғланишлар спиралнинг узун ўқиға параллел йўналган (α -спираллар аморф қисмлари билан навбатлашиб келади).

Ҳозирги вақтда бундай тасаввур жамоатчилик томонидан эътироф этилган. Фақат озроқ сондаги оксиллардагина узун полипептид занжирлар бўлади; масалан, табиий ипак оксили — қовушоқ шарбатсимон суюқлик бўлган фиброин ана шундай оксиллар қаторига киради, у ҳавода пухта, эримайдиган ип ҳосил қилиб қолади.

Оқсилнинг учламчи структура с и — реал уч ўлчамли конфигурация бўлиб, полипептид занжирнинг буралган спирали фазода ана шундай шаклга киради. Энг оддий ҳолларда учламчи структурани ўзи яна спираль бўлиб ўралган спираль шаклида тасаввур қилиш мумкин. Бундай структурада фазода бўртиб чиққан ва ботиқ жойлари бўлиб, функционал группалари ташқарига қараган бўлади. Оқсил молекуласининг ўзига хослиги, унинг биологик фаоллиги учламчи структура билан тушунтирилади.

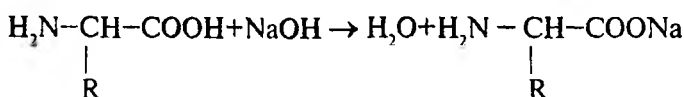
Оқсилларда учламчи структурани ҳосил қилувчи ва сақлаб турадиган асосий омиллар аминокислоталар қолдиқларининг ёнаки радикаллари орасидаги боғланишлардир (олтингугурт атомларининг дисульфид кўприкчалари $-S-S-$, аминокетон билан карбоксилдан ҳосил бўлган туз кўприкчалари, водород кўприкчалари ва ҳ. к.).

Оқсилларнинг жуда турли-туман хоссалари уларнинг тузилиши билан изоҳланади. Уларнинг эрувчанлиги турлича: баъзилари сувда эрийди, бошқалари — нейтрал тузларнинг суюлтирилган эритмаларида эрийди, айримлари эса умуман эримайди (масалан, қопловчи тўқималарнинг оксиллари). Оқсиллар сувда эриганида ўзига хос молекуляр-дисперс система (юқори молекуляр модданинг эритмаси) ҳосил

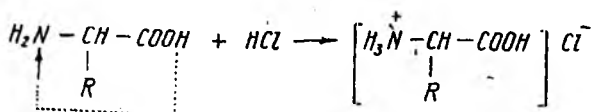
бўлади. Баъзи оқсилларни (товуқ тухумининг оқсили, қон гемоглобини) кристаллар ҳолида ажратиб олиш мумкин.

Кимёвий таркиби жиҳатдан оқсиллар икки гуруҳга бўлинади; а) оддий оқсиллар — *протеинлар*, улар гидролизланганда фақат аминокислоталарга ажралади; б) мураккаб оқсиллар — *протеидлар*, улар гидролизланганда аминокислоталар билан оқсилмас табиатли моддалар (углеводлар, нуклеин кислоталар ва б.) ҳосил қилади; булар оқсил моддалар билан оқсилмас моддаларнинг бирикмаларидир.

Оқсиллар таркибида карбоксил билан аминогруппа борлиги сабабли улар аминокислоталар каби амфотер хоссаларни намоён қилади. Масалан, ишқорлар таъсир эттирилганда оқсил анион шаклида реакцияга киришади — ишқорнинг катиони билан бирикади ва *альбуминат* тузини ҳосил қилади:



Кислоталар таъсир эттирилганда эса оқсил катион сифатида бўлади ва *синтонин* ҳосил қилади:



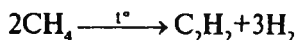
Агар оқсил молекуласида карбоксил группалар кўп бўлса, у кислота хоссаларини, аминогруппалар кўп бўлганда эса — асос хоссаларини намоён қилади.

Айрим омиллар таъсирида оқсилларнинг иккиламчи ва учламчи структураси бузилади — *оқсилнинг денатурацияси* содир бўлади. Оқсил денатурациясининг моҳияти молекуланинг иккиламчи ва учламчи структурасига сабаб бўладиган боғланишларнинг (водород кўприкчаси, туз кўприкчаси ва бошқа кўприкчаларнинг) узилишидан иборат. Бу эса оқсил молекуласи конфигурациясининг бузилишига олиб келади (18.1- расм, б). Оқсилларнинг денатурациясига турли хил реагентлар ва шароитлар: кучли кислота ва ишқорларнинг, этил спиртнинг, оғир металллар тузларининг таъсири, радиация, қиздириш, кучли чайқалиш ва б. сабаб бўлади.

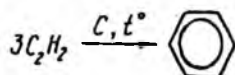
18.7- §. Намунавий масалалар ечиш

1- масала. Метандан фойдаланиб ва бошқа органик бирикмалар ишлатмай туриб, қандай қилиб анилин олиш мумкин? Реакцияларнинг содир бўлиш шарт-шароитларини кўрсатинг.

Ечиш. Метаннинг пиролизини амалга ошириб, ацетилен олиш мумкин:



Ацетилендан кўмир катализатори иштирокида бензол олиш мумкин:



Бензолга нитроловчи аралашма (концентрланган нитрат ва сульфат кислоталар аралашмаси) таъсир эттирилганда нитробензол ҳосил бўлади:



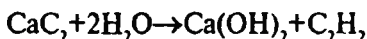
Нитробензолдан Н. Н. Зинин реакцияси бўйича анилин олиш мумкин, бунда қайтарувчи сифатида аммоний сульфид, кислотали муҳитдаги темир ёки катализатор иштирокида водороддан фойдаланилади, масалан:



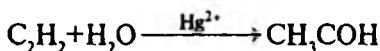
2- масала. 12,8 г кальций карбиддан олинган аминосирка кислотани нейтраллаш учун калий гидроксиднинг 15% ли эритмасидан (зичлиги 1,14 г/мл) қанча ҳажм талаб қилинади?

Ечиш. Кальций карбиддан аминосирка кислота синтез қилиш реакцияларининг тенгламаларини тузамиз:

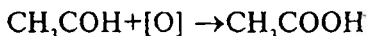
а) кальций карбиддан ацетилен олиш



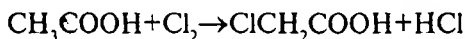
б) альдегиднинг олиниши (Кучеров реакцияси)



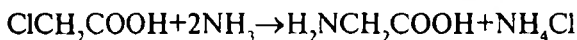
в) ацетальдегидни исталган оксидловчи билан оксидлаш



г) сирка кислотани хлорлаш



д) хлорсирка кислотанинг аммиак билан ўзаро таъсири

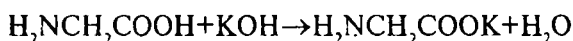


Кальций карбиднинг моляр массаси 64 г/моль, яъни реакция учун қуйидаги миқдорда CaC_2 олинган:

$$\frac{12,8}{64} \text{ моль} = 0,2 \text{ моль } \text{CaC}_2$$

Реакцияларнинг тенгламаларидан кўриниб турибдики, 1 моль CaC_2 дан 1 моль аминосирка кислота олиниши мумкин. Демак, 0,2 моль кальций карбиддан 0,2 моль кислота олиш мумкин.

Калий гидроксид билан нейтраллаш реакцияси:



0,2 моль кислотани нейтраллаш учун 0,2 моль KOH керак бўлади. Калий гидроксиднинг моляр массаси 56 г/моль, гидроксиднинг массаси $0,2 \cdot 56 \text{ г} = 11,2 \text{ г}$, 15% ли KOH эритмасининг массаси эса

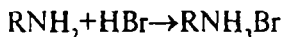
$$\frac{11,2 \cdot 100}{15} \text{ г} = 74,67 \text{ г}$$

KOH эритмасининг ҳажмини топамиз:

$$\frac{74,67}{1,14} \text{ мл} = 65,5 \text{ мл}$$

3- масала. Бирдамчи амин водород бромид билан ҳосил қилган тузнинг таркибида 63,5% бром бўлади. Аминнинг моляр массасини ва формуласини аниқланг.

Ечиш. Аминнинг формуласини RNH_2 ҳолида тасаввур қиламиз, бунда R – моляр массаси x г/моль бўлган углеводород радикали. Амин водород бромид билан реакцияга киришади:



RNH_2Br нинг моляр массасини $(x+97)$ г/моль ҳолида

тасаввур қиламиз. Бром атомларининг моляр массасини (80 г/моль) билган ҳолда ва олинган тузнинг 1 моли таркибида 1 моль бром атомлари борлигини эътиборга олсак, $1 \cdot 80 \text{ г} = 80 \text{ г}$ 63,5% бўлади, $1 \cdot (x+97) = (x+97) \text{ г} = 100\%$, яъни

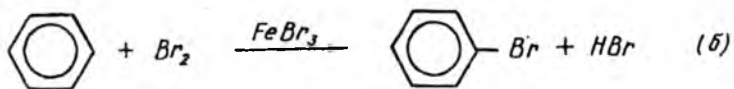
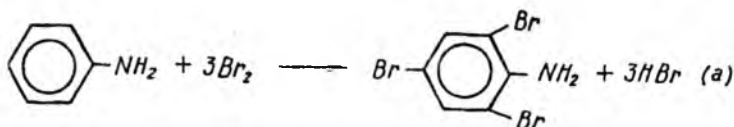
$$\begin{aligned} 80 \text{ г} &= 63,5\% \\ (x+97) \text{ г} &= 100\% \end{aligned}$$

Пропорция тузамиз: $80:(x+97)=63,5:100$ ва уни ечсак, $x=29$ г/моль эканлигини топамиз.

Бундай моляр масса алифатик радикал C_nH_{2n+1} га тўғри келиши мумкин. Демак, $n \cdot 12 + (2n+1) \cdot 1 = 29$, бундан $n=2$; у ҳолда радикал — C_2H_5 . Аминнинг формуласи $C_2H_5NH_2$, унинг моляр массаси эса 45 г/моль га тенг.

4- масала. Бензол билан анилиннинг 10,9 г аралашмасига темир (III)- бромид иштирокида 1 кг 3,2% ли бромли сув таъсир эттириб рангсизлантирилди. Аралашмадаги ҳар қайси модданинг масса улушини аниқланг.

Ечиш. Анилин ва бензол темир (III)- бромид иштирокида бромли сувда эриган бром билан реакцияга киришади:



Реакцияга киришган бромнинг массаси

$$\frac{1000 \cdot 3,2}{100} \text{ г} = 32 \text{ г}$$

Шундай белгилашлар киритамиз: x г — реакцияга киришган анилиннинг массаси; y г — (а) схема бўйича реакцияга киришган бромнинг массаси. У ҳолда аралашмадаги бензолнинг массаси $(10,9 - x)$ г, (б) реакцияда иштирок этган бромнинг массаси эса $(32 - y)$ г та тенг.

Моддаларнинг моляр массалари: анилинники — 93, бензолники — 78, бромники — 160 г/моль.

Тенглама (а) дан кўриниб туриптики, $1 \cdot 93 \text{ г} = 93 \text{ г}$ анилин билан реакцияга киритиш учун $3 \cdot 160 \text{ г} = 480 \text{ г}$ Br_2 керак.

У ҳолда

$$\begin{array}{r} 93 \text{ г анилин} - 480 \text{ г Br}_2 \\ x \text{ г} - " - - y \text{ г} - " - \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $93:480=x:y$, бундан

$$93 \cdot y = 480 \cdot x \quad (\text{в})$$

(б) тенгламага кўра $1 \cdot 78 \text{ г} = 78 \text{ г}$ бензол билан реакцияга киритиш учун $1 \cdot 160 \text{ г} = 160 \text{ г Br}_2$ керак, у ҳолда

$$\begin{array}{r} 78 \text{ г бензол} - 160 \text{ г Br}_2 \\ (10,9-x) - " - (32-y) - " \text{ Br}_2 \end{array}$$

Пропорция тузамиз: $78:160=(10,9-x):(32-y)$, бундан

$$78(32-y)=160(10,9-x) \quad (\text{г})$$

(в) ҳам (г) тенгламалар системасини ечиб, $x=3,1 \text{ г}$ эканлигини топамиз. Демак, аралашмада $3,1 \text{ г}$ анилин бор, унинг масса улуши қуйидагича:

$$\frac{3,1 \cdot 100}{10,9} = 28,44\%$$

Аралашмадаги бензолнинг миқдори $10,9 - 3,1 = 7,8 \text{ г}$, унинг масса улуши:

$$\frac{7,8 \cdot 100}{10,9} = 71,56\%$$

18- БОБГА ДОИР ТЕСТЛАР ВА УЛАРНИНГ ЕЧИМЛАРИ

18.1. Таркиби C_4H_9 бўлган моддалар орасида нечта учламчи амин мавжуд?

А) 3 В) 2 С) 1 Д) йўқ Е) 4

Ечиш: Молекулада 4 та углерод атоми бўлса, уларнинг азот билан иккита CH_3 радикалидан ташқари, учинчи радикалда иккита углерод атомли тўйинмаган $-\text{C}_2\text{H}_3$ радикал бўлиши мумкин



Жавоб: С бўлади.

18.2. Куйидаги моддаларнинг қайсилари билан оксил моддалари учун ксантопротеин реакциясини амалга ошириш мумкин?

- 1) аммиак; 2) магний гидроксид; 3) доломит;
4) натрий гидроксид; 5) натрий сульфат; 6) калий нитрат; 7) мис(II) сульфат.

А) 1,3 В) 2,5 С) 3,7 Д) 4,6 Е) 4,7

Ечиш: Оксил моддалар таркибидаги азот атомини аниқлаш учун мистетрааммиакатнинг ўзига хос ранги пайдо бўлишидан фойдаланиладиган жараёни ксантопротеин реакцияси деб аталади. Шу мақсадда оксил модда тутган модда солинган пробиркага ишқор эритмасидан қўшиб уни мис(II) иони тутган эритмадан неча томчи қўшилганда интенсив кўк тусли эритма ҳосил бўлади.

Жавоб: Е бўлади.

18.3. Куйида келтирилган углеводородлардан қайси бирида углероднинг масса улуши 50% га тенг?

А) CH_4 В) CH_3D Е) CT_4 Д) CD_2T_2 С) CD_4

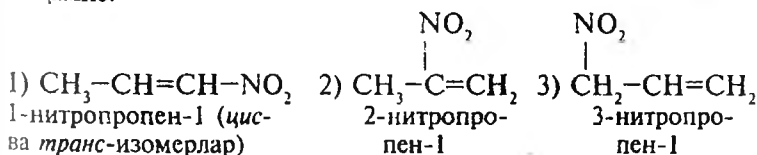
Ечиш: Формулалари келтирилган моддаларнинг ҳар бири углеводороднинг ва улардаги углерод атомлари биттадан. Шу сабабли брикмадаги углерод массасига қолган водороднинг турли массали атомлари сони ҳам 12 га тенг бўлган массага эга бўлиши керак. Бундай хусусиятга фақат тритийметан CT_4 гина эга бўлади.

Жавоби: Е бўлади.

18.4. Таркиби $\text{C}_3\text{H}_5\text{NO}_2$ бўлган моддалар неча бўлиши мумкин?

А) 9 В) 8 С) 10 Д) 7 Е) 11

Ечиш: Формуласидан кўринишича бу модданинг радикали тўйинмаган бўлиши керак. Нитробирикмаларни кўриб чиқамиз:



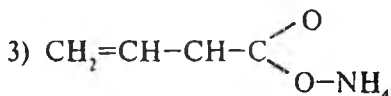
Бу формула куйидаги аминокислоталарга ҳам тааллуқли

$$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{CH}_2=\text{C}-\text{COOH} \end{array}$$

2-аминопропен-2 -
(2-аминоакрил кислота)
ва яна битта кислота тузи:

$$\begin{array}{c} \text{CH}=\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$$

3-аминопропен-2-кислота
(3-аминоакрил кислота)



— акрил кислотанинг аммонийли тузи.

Жавоб: В бўлади.

18.5. Формуласи $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{N}_p$ бўлган дипептиднинг 1,62 г миқдори етарли миқдордаги кислородда ёниши натижасида олинган маҳсулотлар кальций гидроксиди орқали, сўнгра фосфор(V) оксид устида қуритилди. Ортиқча кислороддан тозаланган газ ҳажми 2,464 л (н.ш.) бўлган. Фосфор (V) оксид массаси 0,9 г га ортган, кальций гидроксид эритмасидан 5,0 г чўкма ажратиб олинган. Кимёвий жараёнларда қатнашмай қолган инерт хусусиятига эга бўлган газнинг ҳавога нисбатан зичлиги 0,965, унинг ҳажми эса 224 мл бўлган. Дипептид таркибидаги аминокислотанинг бири серин ($\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$) эканлиги маълум бўлса, иккинчи аминокислотани аниқланг.

А) аланин В) цистеин С) лейцин Д) глицин
Е) валин.

Ечиш: Охирги инерт хусусиятига эга бўлган газ модданинг нисбий молекуляр массаси $M=29 \cdot 0,965=28$ бўлиб, унинг модда миқдори $n(\text{N}_2)=0,01$ моль, массаси эса 0,28 г экан.

Фосфор (V) оксидига ютилган модда 0,9 г массадаги сув бўлиб, унинг миқдори 0,05 моль ёки водород массаси $m(\text{H})=0,1$ г бўлади.

Кальций гидроксид билан CO_2 реакцияси маҳсулоти CaCO_3 дан $n(\text{c})=0,05$ моль, углерод массаси эса 0,6 г га тенг. Анализ натижасида олинган маҳсулотларни умумий массаси $0,28+0,10+0,6=0,98$ г бўлади, бошланғич модда таркибидаги кислород массаси эса $m(\text{O})=1,62-0,98=0,64$ г бўлиб, унинг миқдори $n(\text{O})=0,04$ молга тенг.

Ундан $x; y; z; p=0,05:0,10:0,02:0,04$ ёки $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_4$ формулани оламин. Серин таркибидаги атомлар сони $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_3$ бўлиб, номаълум аминокислота таркибидаги атомлар сони эса $\text{C}_2\text{H}_3\text{NO}_3$ ёки $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$, яъни олинган дипептид серилглицин ёки глицилсерин экан.

УМУМИЙ КИМЁДАН МУСТАҚИЛ ЕЧИШ УЧУН ТЕСТ САВОЛЛАРИ

1. 18.5. Тест саволининг жавобида келтирилган кислород ҳажмидаги кислород молекулалари сони неча бўлади?
А) $1,6 \cdot 10^{24}$ В) $1,8 \cdot 10^{24}$ С) $2,1 \cdot 10^{24}$
Д) $2,4 \cdot 10^{24}$ Е) $1,8 \cdot 10^{23}$
2. Озоннинг неча граммида кислород атомлар сони $2,71 \cdot 10^{24}$ дона бўлади?
А) 72 В) 60,2 С) 48 Д) 64 Е) 80
3. Кальций гидроксиднинг неча моль миқдори ортофосфат кислотанинг икки эквиваленти билан реакцияси охиригача содир бўлади?
А) 1,6 В) 2,4 С) 2,8 Д) 3,0 Е) 1,5
4. Даврий системадаги береллийдан полонийгача ўтказилган диагональ чизиқ ва унинг ёнларида жойлашган асосий группача элементларининг кўпчилик хусусиятлари (масалан, оксидлари ва гидроксидларининг амфотер хусусиятлари) ўзаро жуда ўхшаш бўлади. Бу ҳодисани тушунтиришда элемент атомларининг қайси хусусиятларига таяниш ўринли бўлади?
1) нисбий электр манфийликлар қиймати бир-бириникига яқин бўлиши;
2) атом радиусларининг қиймати ўзаро яқин бўлиши;
3) ион зарядининг ион радиусига нисбати яқин бўлиши;
4) ядро зарядининг атом радиусига нисбати яқин бўлиши;
5) ҳар бир элемент атомининг электронга мойиллиги яқин бўлиши;
6) ионланиш потенциалларининг ўзаро яқин қийматга эга бўлиши.
А) 1, 2, 6 В) 1, 3, 5 С) 1, 3, 6 Д) 2, 3, 6
Е) 3, 5, 6
5. Қуйидаги бирикмаларда элемент атомининг валентлиги ва оксидланиш даражаларининг мутлақ (абсолют, яъни оксидланиш даражасининг зарядини ҳисобга олинмаган) қиймати бир хил эмас?
1) аммоний иони; 2) азот (II) оксид; 3) азот (I) оксид;
4) углерод (II) оксид; 4) азот; 5) водород пероксид;
6) этан; 7) бензол; 8) 2,2-диметилпропан; 9) метан;
10) сув.

- А) 1, 4, 5, 6, 7, 9, 10 В) 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10
 С) 4, 5, 7, 8, 9, 10
 Д) 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Е) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
6. Перхлорат кислотанинг неча молида 4 мол кислород атоми мавжуд?
 А) 1 В) 2 С) 3 Д) 4 Е) 5.
7. Оксидланиш даражаси +4 бўлган p -элемент атомида қолган валент электрони сони иккита бўлса, унинг минимал ва максимал оксидланиш даражасини топинг.
 А) -1, +7 В) -2, +6 С) -3, +5 Д) -4, +4
 Е) +2, +6
8. Даврий системадаги 3-давр элементлари қаторида ўнгдан чап томонга ўтишда уларнинг қайси хусусиятлари камайиб боради?
 1) ионланиш потенциали; 2) валент электронлар сони; 3) атом радиуси; 4) протонлар сони; 5) нейтронлар сони; 6) энергетик поғоначалар сони; 7) электронга мойиллик; 8) оксидланиш даражасининг максимал мусбат қиймати.
9. Оксидланиш даражаси +5 бўлган элементдаги электронлар сони протонлар сонидан 45 та ортиқ бўлган элементнинг атом массасини топинг.
 А) 79 В) 56 С) 75 Д) 77 Е) 78
10. Қуйида келтирилган молекулалардаги (II) боғлар сони қаторини топинг.
 1) калий гидрофосфат; 2) аммоний сульфат; 3) темир (II) фосфат; 4) калий перманганат; 5) аммоний бихромат; 6) калий ацетат; 7) кальций ортофосфат.
 А) 1, 2, 3, 2, 4, 1, 2 В) 2, 2, 2, 3, 4, 2, 1
 С) 1, 2, 2, 3, 4, 1, 2 Д) 1, 2, 3, 3, 4, 2, 1
 Е) 1, 1, 2, 3, 4, 1, 1
11. Қуйидаги элементларни қайсиларининг асосий ҳолатида жуфтлашмаган электронлари сони бир хил?
 1) калий; 2) кремний; 3) фтор; 4) кислород; 5) водород; 6) алюминий; 7) йод; 8) литий.
 А) 2, 4, 5, 6 В) 1, 2, 5, 6, 7 С) 2, 3, 5, 7, 8
 Д) 1, 3, 5, 6, 7, 8 Е) 1, 2, 5, 6, 7, 8
12. Менделеев даврий системасининг 3-давридаги А, В ва С элементлари қуйидаги хоссалари асосида қайси кетма-кетликда жойлашган?
 1) А оксиднинг асосли хоссаси В элементникидан кучлироқ;

2) С элементнинг қайтарувчилик хоссаси В элемент-
никидан кучлироқ.

А) А, В, С В) В, А, С С) С, В, А Д) В, С, А
Е) С, А, В

13. Оксидланиш даражаси +2 бўлган қайси элементнинг
электрон конфигурациясининг охири . . . $3p^6 3d^4$ бўлади?

А) мис В) хром С) темир Д) марганец Е) ванадий

14. Радиоактив емирилиш жараёнида $^{226}_{88}\text{Ra}$ изотопидан $^{222}_{86}\text{Rn}$
изотопи ҳосил бўлса, ядродан қайси заррача ажралиб
чиққан?

А) иккита нейтрон В) альфа заррача С) иккита про-
тон Д) бета заррача ва альфа заррача Е) позитрон.

15. Куйида келтиридан қаторларнинг қайси бирида моле-
куланинг кутбилилик даражаси камайиб боради?

А) водород хлорид, фосфин, водород сульфид, силан

В) силан, фосфин, водород сульфид, водород хлорид

С) водород хлорид, водород сульфид, фосфин, силан

Д) фосфин, водород сульфид, силан, водород хлорид

Г) водород сульфид, фосфин, силан, водород хлорид.

16. Куйидаги моддалар орасидан молекуляр кристалл пан-
жарага эга бўлганларини танланг.

1) олтингугурт (IV)- оксид; 2) ош тузи 3) водород хло-
рид; 4) кислород 5) графит; 6) оқ фосфор; 7) сув.

А) 1, 2, 3, 5, 6, В) 1, 2, 4, 6, 7 С) 2, 3, 4, 6,

7 Д) 3, 4, 5, 6, 7 Е) 1, 3, 4, 6, 7

17. Даврий системанинг битта группасида жойлашган А ва
В элементлар ўзаро ҳосил қилган бирكمаси сувда эри-
тилганда тўлиқ гидролиз содир бўлади. Шу реакцияда
ҳосил бўлган газ модда ВН_3 нинг таркибида 94,12 %
водород бўлса, А нинг атом массасини топинг.

А) 26 В) 42 С) 45 Д) 52 Е) 65

18. Куйидаги жуфтлар орасида ҳосил бўлган молекулалар-
даги кимёвий боғланиш ҳосил қилувчи умумий элект-
рон жуфт, бирдан иккинчисига кўпроқ даражада
силжиганини ва бошқаларида мутлақо силжимаганини
топинг.

1) углерод-водород; 2) углерод-кремний; 3) углерод-ол-
тингугурт; 4) кислород-фтор; 5) кальций-водород;

6) хлор-фтор; 7) кислород-водород; 8) азот-хлор.

А) 7, 3, 8 В) 7, 2 С) 3, 1, 4 Д) 6, 5 Е) 7, 3, 5

19. Куйидаги заррачаларнинг қайсиларида электрон конфи-
гурация $\dots 3s^2 3p^6$ билан тугалланади?

- 1) хлор; 2) аргон; 3) калий иони; 4) неон; 5) кальций иони; 6) хлор иони; 7) гипохлорит кислотасидаги хлор атоми.
 А) 1,5,6,7 В) 2,3,5,6 С) 2,4,5,6 Д) 5,6,7 Е) 1,3,4,6.
20. Даврий системанинг қайси группасининг қандай группачасида баъзи элементларнинг электрон поғоначасида электронларнинг жойлашиб боришида одатдаги тартибдан четлашиш кузатилади?
 1) I группа; 2) IV группа; 3) VI группа; 4) VIII группа; 5) асосий группача; 6) қўшимча группача.
 А) 1,2,3,5 В) 1,3,4,5 С) 1,3,4,6 Д) 1,2,3,6 Е) 1,2,4,6.
21. А, В, С, ва Д элементларнинг тартиб рақами кетма-кет тартиб боради. Уларнинг бири С элемент нодир газ бўлса, А ва Д лар ўзаро ҳосил қилган турғун бирикмаларининг формулалари қандай бўлади?
 А) OA_2 В) OA С) O_3A Д) O_2A Е) O_2A_3
22. Бир хил шароитда, бир хил массасали А ва В газлар тегишли равишда 20 ва 30 л ҳажмни эгаллайди. А ва В газларнинг молекуляр массалари нисбати қандай бўлади?
 А) $2/3$ В) $1/3$ С) $4/3$ О) $3/5$ Е) $3/2$.
23. Қандай турдаги кимёвий боғга эга бўлган молекулалардан тузилган моддаларнинг суюқланиш температуралари нисбати паст, улар сувда деярли эримайди, электр токини ўтказмайди, органик эритувчиларда нисбатан яхши эрувчанликка эга бўлади?
 А) ионли В) металл С) ковалент Д) қутбли ковалент Е) водород боғ ҳосил қиладиган молекула.
24. Масса улуши 0,26 бўлган тўйинган эритманинг 800 г миқдори маълум температурага совитилганда кристалл ҳолида 60 г туз ажралиб чиққан. Қолган эритмадаги тузнинг масса улушини ҳисобланг.
 А) 0,16 В) 0,20 С) 0,18 Д) 0,19 Е) 0,21.
25. Масса улуши 0,18 бўлган натрий гидроксид эритмасининг 650 г миқдорини қандай ҳажмга буғлатилганда 0,45 масса улушли эритмасини ҳосил қилиш мумкин? Бошланғич эритмани неча грамм натрий билан реакцияси натижасида ҳам 0,45 масса улушли эритма ҳосил қилиш мумкин?
 А) 260 126 В) 255 126 С) 255 136 Д) 260 137 Е) 260 134.

26. Ҳажми 2 л бўлган идишда А ва В моддаларнинг 4,5 ва 3 молдан олинган аралашмасида $A+B \rightleftharpoons C$ реакция натижасида 2 моль С модда ҳосил бўлган ва системада мувозанат қарор топган.
Шу реакциянинг мувозанат константасини ҳисобланг.
А) 1,6 В) 1,9 С) 1,4 Д) 1,0 Е) 1,2.
27. Ҳажми 200 мл бўлган хлорид кислота массаси 0,5 г бўлган кальций карбонат билан тўла реакцияда қатнашган. Кислотанинг моляр концентрациясини ҳисобланг.
А) 0,42 В) 0,51 С) $\approx 0,62$ Д) 0,65 Е) 0,72.
28. Тенгламаси $3A+2B \rightleftharpoons A_3B_2$ бўлган реакция мувозанат ҳолатига келганда моддалар концентрацияси $[A]=0,03$, $[B]=0,01$ ва $[A_3B_2]=0,02$ моль/л бўлган. А ва В ларнинг бошланғич концентрацияларини ҳисобланг.
А) 0,08 ва 0,07 В) 0,08 ва 0,06 С) 0,09 ва 0,05 Д) 0,10 ва 0,11 Е) 0,11 ва 0,12.
29. Концентрацияси 0,5 моль/л бўлган эритма тайёрлаш учун 0,2 м ли эритманинг 500 мл миқдорига неча миллилитр 0,7 м ли эритма қўшиш керак?
А) 550 В) 750 С) 700 Д) 600 Е) 650.
30. Ҳажми 100 мл бўлган фосфат кислотанинг қандай моляр концентрацияли эритмаси билан таркибида 0,2 мол магний сульфат эритмасини аралаштирилганда магний ди-гидрофосфатни олиш мумкин бўлади?
А) 1,5 В) 2,0 С) 3 Д) 5,0 Е) 8,0.

МУНДАРИЖА

Сўз боши	3
Кириш	4
1- §. Кимё фани ва унинг вазифалари	4
2- §. Кимёнинг аҳамияти	5

I Қ И С М. УМУМИЙ КИМЁ

1- б о б. Кимёнинг асосий тушунча ва қонунлари	7
1.1- §. Кимёда атом-молекуляр таълимот	7
1.2- §. Кимёвий элементлар	9
1.3- §. Оддий ва мураккаб моддалар. Аллотропия	10
1.4- §. Нисбий атом масса	11
1.5- §. Нисбий молекуляр масса	12
1.6- §. Моль. Моляр масса	13
1.7- §. Кимёвий белгилар, формула ва тенгламалар	14
1.8- §. Кимёвий реакциялар. Реакцияларни классификациялаш	16
1.9- §. Моддалар массасининг сақланиш қонуни	22
1.10- §. Модда таркибининг доимийлик қонуни	23
1.11- §. Газ қонунлари. Авогадро қонуни. Газнинг моляр ҳажми	25
1.12- §. Намунавий масалалар ечиш	30
1- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	42
2- б о б. Д. И. Менделеевнинг даврий қонуни ва атомларнинг тузилиши	45
2.1- §. Д. И. Менделеевнинг даврий қонунни кашф этганлиги	45
2.2- §. Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системаси	48
2.3- §. Атомлар тузилишининг ядро модели	52
2.4- §. Атом ядроларининг таркиби. Ядро реакциялари ..	54
2.5- §. Атомдаги электрон ҳолатининг ҳозирги модели ..	58
2.6- §. Атомлар электрон қобилларининг тузилиши	60
2.7- §. Электрон формулалар	63
2.8- §. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасини назарий асослаш	68
2.9- §. Атомларнинг тузилиши ҳақидаги таълимот асосида даврий қонун ва даврий система	70
2.10- §. Атомларнинг даврий хоссалари	75

2.11- §. Даврий қонуннинг ва атомлар тузилиши назарияси- нинг аҳамияти	78
2.12- §. Намунавий масалалар ечиш	81
2- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	86
3- б о б. Кимёвий боғланиш	89
3.1- §. Ковалент боғланиш	89
3.2- §. Ковалент боғланишнинг хоссалари	95
3.3- §. Ионли боғланиш	102
3.4- §. Кутбли ва кутбсиз молекулалар	104
3.5- §. Металл боғланиш	107
3.6- §. Водород боғланиш	108
3.7- §. Кристалл панжараларнинг турлари	110
3.8- §. Структура формулалари	113
3.9- §. Оксидланиш даражаси	115
3.10- §. Кимёвий боғланиш ҳамда валентлик	119
3.11- §. Намунавий масалалар ечиш	124
3- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	127
4- б о б. Кимёвий реакцияларнинг тезлиги. Кимёвий мувоза- нат	130
4.1- §. Кимёвий реакцияларнинг тезлиги	130
4.2- §. Реакциянинг тезлигига таъсир этувчи омиллар ..	132
4.3- §. Активланиш энергияси	134
4.4- §. Катализ ва катализаторлар ҳақида тушунча	136
4.5- §. Қайтмас ва қайтар реакциялар	140
4.6- §. Кимёвий мувозанат	141
4.7- §. Ле Шателье принципи	142
4.8- §. Намунавий масалалар ечиш	143
4- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	145
5- б о б. Эритмалар. Электрولитик диссоциланиш назарияси	147
5.1- §. Эритмалар таркибининг сон ифодаси	147
5.2- §. Моддаларнинг сувда эрувчанлиги	150
5.3- §. Эришда бўладиган иссиқлик ҳодисалари	153
5.4- §. Электрولитлар ва ноэлектрولитлар	155
5.5- §. Электрولитик диссоциланиш назарияси	156
5.6- §. Диссоциланиш механизми	157
5.7- §. Ионларнинг гидратланиши	159
5.8- §. Кислота, асос ва тузларнинг сувдаги эритма- ларда диссоциланиши	160
5.9- §. Диссоциланиш даражаси	163
5.10- §. Кучли ва кучсиз электрولитлар	164
5.11- §. Ион алмашилиш реакциялари	165
5.12- §. Сувнинг диссоциланиши. рН	166
5.13- §. Кислота ва асосларнинг протолитик назарияси	169
5.14- §. Намунавий масалалар ечиш	171
5- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	180

6- б о б. Анорганик бирикмаларнинг энг муҳим синфлари ...	182
6.1- §. Оксидлар	182
6.2- §. Кислоталар	186
6.3- §. Асослар	188
6.4- §. Тузлар	191
6.5- §. Тузларнинг гидролизланиши	195
6.6- §. Анорганик бирикмаларнинг синфлари ораси- даги боғланиш	201
6.7- §. Намунавий масалалар ечиш	202
6- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	207
7- б о б. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари. Электролиз .	209
7.1- §. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари назарияси ..	209
7.2- §. Энг муҳим қайтарувчи ва оксидловчилар	212
7.3- §. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тенг- ламаларини тузиш.....	215
7.4- §. Реакцияларнинг боришига муҳитнинг таъсири ...	220
7.5- §. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг клас- сификацияси	222
7.6- §. Электролизнинг моҳияти	224
7.7- §. Электролитлар сувлаги эритмаларининг электро- лизи	226
7.8- §. Электролизнинг қўлланилиши	228
7.9- §. Намунавий масалалар ечиш	229
7- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	235

II Қ И С М. АНОРГАНИК КИМЁ

8- б о б. Водород. Галогенлар	240
8.1- §. Металлмасларнинг умумий хоссалари	240
8.2- §. Водород	243
8.3- §. Сув	247
8.4- §. Оғир сув	249
8.5- §. Галогенлар группачасининг умумий тавсифи	249
8.6- §. Хлор	253
8.7- §. Водород хлорид ва хлорид кислота	256
8.8- §. Хлорид кислотанинг тузлари	257
8.9- §. Фтор, бром ва йод ҳақида қисқача маълумот ...	258
8- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	260
9- б о б. Кислород группачаси	263
9.1- §. Кислород группачасининг умумий тавсифи	263
9.2- §. Кислород ва унинг хоссалари	266
9.3- §. Олтингугурт ва унинг хоссалари	269
9.4- §. Водород сульфид ва сульфидлар	271
9.5- §. Олтингугурт (IV)- оксид. Сульфит кислота	273
9.6- §. Олтингугурт (VI)- оксид. Сульфат кислота	276

9.7- §. Сульфат кислотанинг хоссалари ва унинг амалий аҳамияти	278
9.8- §. Сульфат кислотанинг тузлари	280
9- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	281
10- б о б. Азот группачаси	285
10.1- §. Азот группачасининг умумий тавсифи	285
10.2- §. Азот. Сигма- ва пи- боғланишлар	287
10.3- §. Аммиак	290
10.4- §. Аммиак ишлаб чиқаришнинг кимёвий асослари	293
10.5- §. Аммоний тузлари	295
10.6- §. Азот оксидлари	297
10.7- §. Нитрат кислота	299
10.8- §. Нитрат кислотанинг металллар ва металлмаслар билан ўзаро таъсири	301
10.9- §. Нитрат кислотанинг тузлари	303
10.10- §. Фосфор	303
10.11- §. Фосфор оксидлари ва фосфат кислоталар	307
10.12- §. Минерал ўғитлар	309
10- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	312
11- б о б. Углерод группачаси	314
11.1- §. Углерод группачасининг умумий тавсифи	314
11.2- §. Углерод ва унинг хоссалари	316
11.3- §. Углерод оксидлари. Карбонат кислота	321
11.4- §. Карбонат кислотанинг тузлари	323
11.5- §. Кремний ва унинг хоссалари	325
11.6- §. Кремний (IV)- оксид ва силикат кислота	328
11.7- §. Коллоид эритмалар ҳақида тушунча	330
11.8- §. Силикат кислотанинг тузлари	333
11.9- §. Шиша ва цементнинг олиниши	334
11.10- §. Намунавий масалалар ечиш	337
11- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	339
12- б о б. Металларнинг умумий хоссалари	343
12.1- §. Металларнинг Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системасида жойлашган ўрни	343
12.2- §. Металларнинг физикавий хоссалари	343
12.3- §. Металларнинг кимёвий хоссалари	346
12.4- §. Техникада металллар ва қотишмалар	348
12.5- §. Стандарт электрон потенциаллар қатори	350
12.6- §. Металлар олишнинг асосий усуллари	354
12.7- §. Металларнинг коррозияланиши	357
12.8- §. Коррозиялан муҳофаза қилиш	360
12- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	363

13- б о б. Бош группачаларнинг металлари	366
13.1- §. Литий группачасининг умумий тавсифи	366
13.2- §. Натрий ва калий	367
13.3- §. Ўловчи ишқорлар	369
13.4- §. Натрий ва калий тузлари	371
13.5- §. Бериллий группачасининг умумий тавсифи	372
13.6- §. Кальций	373
13.7- §. Кальций оксид ва гидроксид	374
13.8- §. Кальций тузлари	375
13.9- §. Сувнинг қаттиқлиги ва уни йўқотиш усуллари	376
13.10- §. Бор группачасининг умумий тавсифи	380
13.11- §. Алюминий	381
13.12- §. Алюминий оксид ва гидроксид	385
13.13- §. Алюминий ва унинг қотишмаларининг ишла- тилиши	387
13- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	388

14- б о б. Ёнаки группачаларнинг металлари	392
14.1- §. Хром группачасининг умумий тавсифи	392
14.2- §. Хром	393
14.3- §. Хром оксидлари ва гидроксидлари	394
14.4- §. Хроматлар ва дихроматлар	397
14.5- §. Темир оиласининг умумий тавсифи	399
14.6- §. Темир	400
14.7- §. Темир бирикмалари	402
14.8 - §. Домна жараёни	404
14.9- §. Чуян ва пўлатлар	407
14.10- §. Намунавий масалалар ечиш	411
14- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	416

III Қ И С М. ОРГАНИК КИМЁ

15- б о б. Органик кимёнинг асосий қоидалари	419
15.1- §. Органик кимё фани	419
15.2- §. Органик бирикмаларнинг ўзига хос хусусиятлари	420
15.3- §. Изомерия	421
15.4- §. А. М. Бутлеровнинг органик бирикмаларнинг ки- мёвий тузилиш назарияси	423
15.5- §. Органик бирикмаларнинг гомологик қаторлари	427
15.6- §. Органик бирикмаларнинг классификацияси	427
15.7- §. Органик реакцияларнинг турлари	431
15- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	432
16- б о б. Углеводородлар	435
16.1- §. Тўйинган углеводородлар (алканлар)	435
16.2- §. Алканларнинг ва ҳосилаларининг номенклатураси	436
16.3- §. Метаннинг ва метан гомологларининг кимёвий хоссалари	439

16.4- §. Циклоалканлар	445
16.5- §. Туйинмаган углеводородлар	446
16.6- §. Этилен ва унинг гомологлари	448
16.7- §. Полимерланиш реакциялари. Полиэтилен	451
16.8- §. Ацетилен ва унинг гомологлари	453
16.9- §. Диен углеводородлар	457
16.10- §. Табиий ва синтетик каучуклар	458
16.11- §. Ароматик углеводородлар (аренлар)	459
16.12- §. Бензол ва унинг гомологлари	463
16.13- §. Нефть ва уни қайта ишлаш	466
16.14- §. Табиий газлар ва улардан фойдаланиш	469
16.15- §. Намунавий масалалар ечиш	471
16- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	475
7- б о б. Кислородли органик бирикмалар	478
17.1- §. Туйинган спиртлар	478
17.2- §. Метанол ва этанол	483
17.3- §. Этиленгликоль ва глицерин	485
17.4- §. Феноллар	488
17.5- §. Альдегидлар	491
17.6- §. Формальдегид	493
17.7- §. Ацетальдегид	495
17.8- §. Поликонденсатланиш реакциялари	497
17.9- §. Кетонлар	497
17.10- §. Карбон кислоталар	499
17.11- §. Чумоли кислота	503
17.12- §. Сирка кислота	504
17.13- §. Мураккаб эфирлар. Этерификациялаш ва совун- ланиш реакциялари	505
17.14- §. Ёғлар	508
17.15- §. Совутилар ва бошқа ювиш воситалари	510
17.16- §. Углеводлар	511
17.17- §. Моносахаридлар ва дисахаридлар	512
17.18- §. Полисахаридлар	515
17.19- §. Намунавий масалалар ечиш	519
17- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	522
8- б о б. Азотли органик бирикмалар	526
18.1- §. Нитробирикмалар	527
18.2- §. Аминлар	529
18.3- §. Анилин	531
18.4- §. Аминокислоталар	535
18.5- §. Кислоталарнинг амидлари	537
18.6- §. Оксидлар	543
18.7- §. Намунавий масалалар ечиш	546
18- бобга доир тестлар ва уларнинг ечимлари	546
Гумий кимёдан мустақил ечиш учун тест саволлари	549