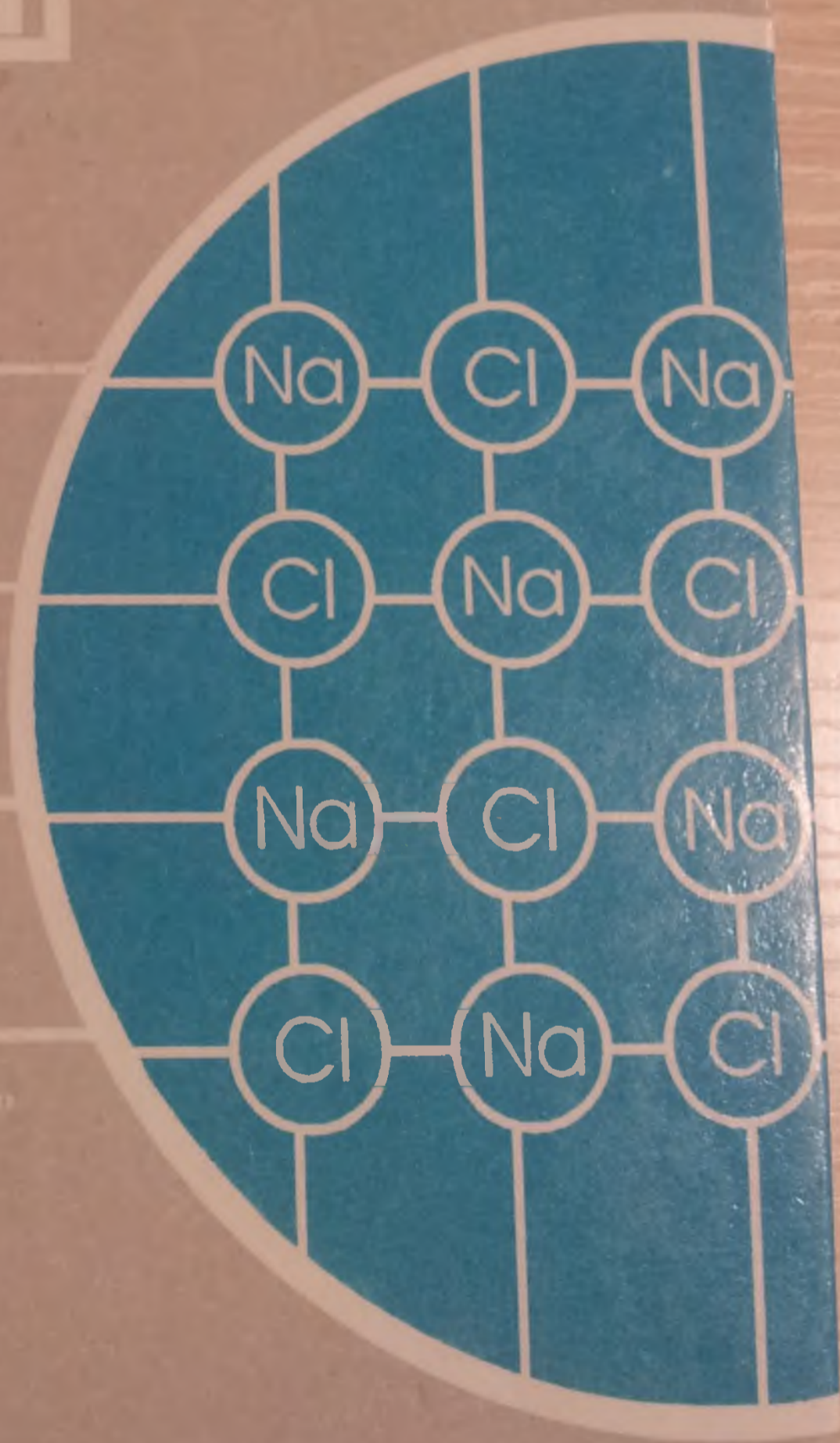


З.ҚОДИРОВ
А.МУФТАХОВ
Ш.НОРОВ

КИМЁВИЙ ТЕНГЛАМАЛАР ТУЗИШ



"УЗБЕКИСТОН"

МУҚАДДИМА

Моддаларнинг тузилиши тўғрисидаги ҳозирги замон теориялари кимёвий жараёнларни янада чуқурроқ аниш, уларнинг содир бўлиш-бўлмасликларини ҳил қилмоқ, кимёвий шароитлар ва уларнинг тафсилотлари, кимёвий омилларни ўзгартириш туфайли янги моддаларнинг пайдо бўлиши ёки ҳосил бўлмаслиги абабларини билмоқ учун кимёвий моддаларнинг хоссаларини янада чуқурроқ ўрганишни тақозо этади. Кимёвий тенгламалар тузиш ва шу тенгламалар асосида ҳар хил ҳисобларни олиб бора билиш уқувини талаб этади.

Бу уқув қўлланманинг асосий мақсади талабаларнинг назарий билимларини янада мустаҳкамлаш, кимёвий жараёнлар устида фикрлаш ва янги моддаларни келтириб чиқаришга ундаш, кимёвий жараёнларни тўғри тушуниб, тенгламаларнинг коэффициентларини осон танлашга ёрдам беришдир. Қўлланмада асосан ион алмашиниш ва оксидланиш-қайтарилиш реакциялари тушунтирилади, чунки талабалар бундай тенгламаларни тенглаштиришда қийналадилар.

Қўлланмада кўпроқ типик кимёвий ҳолатлар келтирилган. Ҳар бир бўлим қисқа назарий маълумотдан бошланади ва кимёвий тенгламаларни тенглаштириш йўллари бир неча мисоллар асосида тушунтирилади.

Қўлланмада талабаларнинг мустақил ишлаши, кимёвий тенгламалар тузиши, кимёвий ҳолатларнинг содир бўлиш-бўлмаслик шарт-шароитлари ҳам тушунтириб берилган. Шунингдек, қўлланмада ҳар бир бўлим учун алоҳида мисол ва масалалар берилган бўлиб,

баъзи масалаларнинг жавоблари китобнинг охирида келтирилган.

Муаллифлар ушбу китобнинг баъзи камчиликларини бартараф этишда ўз маслаҳатларини берган ва камчиликларини кўрсатган Бухоро тиббиёт билимгоҳи профессори Н. Р. Раҳматов, шу билимгоҳнинг доценти М. Р. Амонов ва Бухоро технология илмгоҳи доценти У. М. Мардоновларга ўз миннатдорчиликларини билдирадилар.

Ушбу қўлланма баъзи камчиликлардан холи эмас, албатта. Муаллифлар китобхонларнинг қўлланма ҳақидаги фикр ва мулоҳазаларини самимият билан қабул қиладилар.

К И Р И Ш

АСОСИЙ ТУШУНЧАЛАР

Теварак-атрофимиздаги барча моддалар материянинг бир қисми ёки кўринишидир, фақат улар бир ҳолатдан бошқа ҳолатга айланиб турадилар. М. В. Ломоносов айтганидек, борлиқ ҳеч вақт йўқ бўлмайди, йўқдан ҳеч вақт борлиқ пайдо бўлмайди.

Барча моддалар заррачалар, молекулалар, атомлар ва ионлардан ташкил топган. Ҳар қандай модда таркибига кирувчи атомлар элементар заррачалардан иборат.

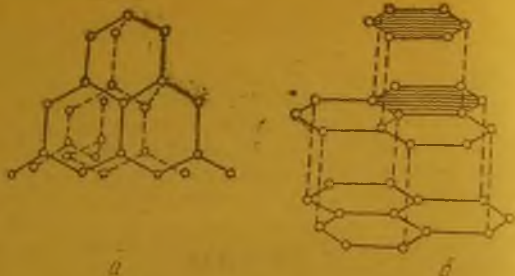
Барча моддалар икки гурпуга бўлинади: оддий ва мураккаб моддалар.

Оддий моддалар бир хил элемент атомларидан тузилган. Масалан, оддий модда кўмир — углерод элементининг атомларидан, оддий модда темир — темир элементининг атомларидан, оддий модда олтин — олтин элементининг атомларидан иборатдир.

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

Масалан, мис (II) оксид мис ва кислород элементларининг атомларидан, сув водород ва кислород элементларининг атомларидан ҳосил бўлган.

Кўпчилик кимёвий элементлар эркин ҳолда тузилиши ва хоссалари жиҳатидан ўзаро фарқ қиладиган бир неча оддий моддалар ҳосил қиладилар. Бу ҳодиса *аллотропия*, моддалар эса *аллотропик шакл ўзгаришлар ёки модификациялар* дейилади. Масалан, кислород элементи иккита аллотропик модификация — кислород ва озон, углерод элементи эса 4 та модификация —



1-расм. Олмос (а) ва графит (б) кристалл панжараларида углерод атомларининг жойлашиши.

олмос, графит, карбин ва лонсдейлитларни ҳосил қиладди (1-расм).

Аллотропия ҳодисасининг келиб чиқиши икки хил ҳолат билан боғланган: 1) молекулада атомлар сонининг ҳар хил бўлиши (масалан, кислород O_2 ва озон O_3); 2) турли хил кристалл структура ҳосил бўлиши (масалан, олмос, графит).

Ҳар бир модда таркиби, тузилиши ва маълум физик-кимёвий хоссалари билан тавсифланади. Моддаларнинг физик хоссаларига уларнинг агрегат ҳолатлари (қаттиқ, суюқ ёки газ ҳолатга эга эканлиги), ранги, суюқланиш, қайнаш ва музлаш температуралари, электр ўтказувчанлиги, магнитга тортилувчанлиги (парамагнит) каби хоссалари киради.

Модданинг актив ёки актив эмаслиги кимёвий реакцияларга кира олиш қобилияти билан белгиланади. Масалан, нодир металллар ҳисобланган: Au, Pt ва Pd каби металллар, шунингдек, He, Ne, Ar, Xe ва Kr каби нодир газлар ўзларининг реакцияга қатнашиш қобилиятларининг пастлиги билан бошқа элементлардан фарқ қиладилар. Аммо, ишқорий металл (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) лар, шунингдек, галоген (F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2) лар ўзларининг активлиги билан бошқа элементлардан ажралиб туради.

Моддаларнинг таркиби ва тузилиши уларнинг физик ва кимёвий ҳолатларини белгилайди. Молекула, атом, ион ва радикалларнинг ҳар хил физик ва кимёвий ҳолатлардаги ўзгаришларини билиш кимёвий реакцияларнинг бориш механизмини ўрганишни талаб этади.

Кимёвий реакциялар натижасида бир моддадан бошқа, янги моддалар келиб чиқади. Реакцияга кири-

шувчи моддалар ва янги ҳосил бўлувчи моддалар ўзларининг таркиби, тузилиши, ранги, ҳиди ва бошқа хоссалари билан бир-биридан фарқ қиладилар. Кимёвий реакциялар туфайли реакцияга кирувчи моддаларнинг кимёвий боғлари узилади ва янги ҳосил бўлувчи моддаларда бошқа хил кимёвий боғлар ҳосил бўлади.

Молекулалардаги кимёвий боғларнинг узилиши, молекулаларнинг атомларга ажралиши ва янги боғларнинг ҳосил бўлиши жараёнида энергетик ўзгаришлар вужудга келади. Маълумки, моддалар таркибий қисмларга ажралаётганда қанча энергия ажралиб чиқаётган бўлса, айти шу модданинг ҳосил бўлишида ҳам ўшанча энергия талаб қилинади. Шунинг учун ҳам реакция пайтида маълум миқдорда иссиқлик ёки ёруғлик энергияси ажралаётгани ёки ютилаётгани сезилади.

Ажралиб чиққан ёки ютилган иссиқлик миқдорига жараённинг иссиқлик эффекти дейилади. Иссиқлик эффекти баъзан реакциянинг кимёвий тенгламасига қўшиб ёзилади.

Ҳар қандай модданинг муайян энтальпияси (иссиқлик сақлами) бўлади. Энтальпия (H ҳарфи билан белгиланади) модданинг ҳосил бўлиш вақтида йиққан қувватининг ўлчовидир.

Реакциянинг иссиқлик эффекти ΔH реакциянинг охириги маҳсулотлари энтальпиялари билан реакцияга киришадиган бошланғич моддаларнинг энтальпиялари орасидаги айирмага тенг, яъни:

$$\Delta H = H_{\text{охириги маҳсулот}} - H_{\text{бошланғич моддалар}}$$

бу ерда юнон ҳарфи Δ (дельта) — «фарқ» деган маънони билдиради.

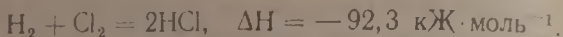
Турли хил кимёвий ҳолатларнинг иссиқлик эффектини ўрганувчи бўлим термохимия дейилади.

Реакциянинг иссиқлик эффекти келтирилган кимёвий тенгламалар термохимиявий тенгламалар дейилади.

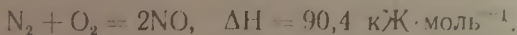
Бундай тенгламаларда кимёвий формулалар ҳосил бўлган бир моль моддага мувофиқ келади (коэффициентлар қаср сонлар бўлиши ҳам мумкин).

Кимёвий реакциялар энергия ажралиб чиқиши ёки ютилишига қараб, экзотермик ва эндотермик реакцияларга бўлинади.

Экзотермик реакциялар — иссиқлик ажралиб чиқиши билан борадиган реакциялардир. Масалан, водород ва хлордан водород хлориднинг ҳосил бўлиш реакцияси:



Эндотермик реакциялар — атроф муҳитдан иссиқлик ютилиши билан борадиган реакциялардир. Масалан, азот ва кислороддан юқори температурада азот (II) оксиднинг ҳосил бўлиш реакцияси:

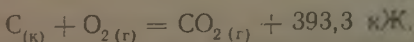


Реакциянинг иссиқлик эффекти температура ва босимга боғлиқ бўлганлиги учун уни шартли равишда $P = 101,325 \text{ кПа}$ босим ва $t = 25^\circ\text{C}$ температурага нисбатан олиш қабул қилинган. Тенгламалар тузишда реакцияда иштирок этаётган моддаларнинг ҳолати: қаттиқ (қ), суюқ (с), газсимои (г), кристалл (кр), аморф (а) ва бошқалар эътиборга олинади. Иссиқлик эффектини ΔH орқали белгилаш, килоЖоулларда (кЖ) ифодалаш ва модданинг 1 моль ига нисбатан олиш қабул қилинган. Иссиқлик эффектларининг ишоралари эндотермик ҳолатларда мусбат (+) ва экзотермик реакцияларда манфий (—) ҳисобланади.

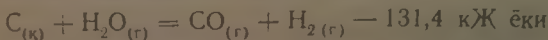
Термохимёвий тенгламаларни ёзишда, кўпинча, реакциянинг иссиқлик эффекти тенгламанинг ўнг қисмида тескари ишора билан кўрсатилади, яъни ажралиб чиқадиган иссиқлик тенгламанинг ўнг қисмида мусбат ишора билан ёзилади. Масалан, ушбу



термохимёвий тенгламани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:



Термохимёвий $\text{C}_{(\text{к})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} = \text{CO}_{(\text{г})} + \text{H}_2_{(\text{г})}$, $\Delta H = +131,4 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$ тенгламани эса



$\text{C}_{(\text{к})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} + 131,4 \text{ кЖ} = \text{CO}_{(\text{г})} + \text{H}_2_{(\text{г})}$ тарзда ёзиш мумкин.

Кимёвий реакциялар кимёвий тенгламалар билан ифодаланади.

Кимёвий тенгламалар моддалар массасининг сақ-

ланиш қонунини акс эттиради. М. В. Ломоносов томонидан таклиф этилган бу қонун реакцияга киришаётган моддалар массалари йиғиндисини реакция натижасида ҳосил бўлган моддалар массалари йиғиндисига тенглигини ифодалайди.

Ҳозирги замон фани М. В. Ломоносовнинг фикрларини тасдиқлайди. Масса ва энергия орасидаги боғланиш А. Эйнштейн тенгламаси билан ифодаланади:

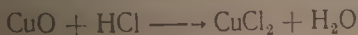
$$E = mc^2.$$

Бунда: E — энергия; m — масса; c — ёруғлик тезлиги ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$)

Кимёвий тенгламалар кимёвий формула ҳамда кимёвий белгилар билан ифодаланади.

Кимёвий белгилар қуйидагиларни: 1) элементнинг номини; 2) унинг бир атомини; 3) элементнинг атом массасини кўрсатади.

Кимёвий формулалар: 1) модданинг номини; 2) унинг битта молекуласини; 3) модда қандай элементлардан иборат эканлигини; 4) молекулада ҳар бир элементдан нечтадан атом қатнашаётганини; 5) модда таркибига кирувчи элементлар қандай оғирлик нисбатда эканлигини; 6) модданинг молекуляр массасини кўрсатади. Мисол: H_2SO_4 формула сульфат кислота эканлигини, унда водород, кислород ва олтингугурт атомлари борлигини, сульфат кислотада 2 та Н атоми, тўртта О атоми ва битта олтингугурт атоми борлигини, шунингдек, унинг нисбий молекуляр массаси 98 га тенглигини кўрсатади. Ҳар бир тенглама ўзаро тенглик аломати билан бирлашган икки қисмдан иборат. Чап қисмига реакцияга киришаётган моддаларнинг формуллари, ўнг қисмига эса реакция натижасида ҳосил бўладиган моддаларнинг формуллари ёзилади. Ҳар қайси элемент атомларининг сони тенгламанинг ўнг ва чап қисмларида бир хил бўлиши керак. Кимёвий реакцияларнинг тенгламаларини тузишда ана шу мулоҳазага асосланилади. Мисол тариқасида мис (II) оксиднинг хлорид кислота билан ўзаро таъсири реакция тенгламасини тузамиз. Бунинг учун, аввало, шу реакциянинг схемаси тузилади (реакцияга киришган ва реакция натижасида ҳосил бўлган моддаларнинг формуллари ёзилади):



Стрелка реакциянинг йўналишини кўрсатади:

Мис, кислород, водород ва хлор атомларининг сонини тенгламанинг чап ва ўнг томонларида тенг бўлиши учун HCl олдида коэффициент —2 қўйилади:



Бу тенглама моддалар массасининг сақланиш қонунини қаноатлантиради, демак тўғри ёзилган.

Атомлар, молекулалар, ионлар ва радикаллар

Кимёвий реакцияларда атомлар, молекулалар, ионлар ва радикаллар қатнашиши мумкин.


Атом — элементнинг энг кичик заррачаси бўлиб, у элементнинг барча кимёвий хоссаларини ўзида мужассамлаштиради.

Молекула — модданинг йирикроқ заррачаси бўлиб, модданинг барча кимёвий хоссаларига эга, у эркин ҳолатда учраши мумкин.

Молекулалар бир, икки, уч ёки кўп атомли бўлишлари мумкин, масалан, нодир газлар (He , Ne , Ar , Kr , Xe , Rn) молекулалари бир атомдан, оддий моддалардан газ ҳолдаги H_2 , N_2 , O_2 , F_2 , Cl_2 , Br_2 молекулалари икки атомдан, озон — O_3 учта атомдан, фосфор (буғ ҳолда) молекуласи тўртта атомдан ташкил топган.

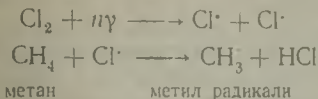
Ионлар — зарядланган заррачалар бўлиб, атомларнинг ёки молекулаларнинг электрон бириктириб олиши ёки электронларини йўқотиши натижасида ҳосил бўладилар. Ионлар атомларнинг нечтадан электрон йўқотиши ёки бириктириб олишига қараб бир, икки, уч ёки кўп зарядли бўладилар.

Ионлар кимёвий актив заррача бўлганликлари учун улар атомлар, молекулалар билан ёки ўз-ўзлари билан ҳам кимёвий реакцияга киришишлари мумкин, ионларнинг зарядлари элемент символининг ўнг томонида (юқорида) кўрсатилади. Масалан K^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} , Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} .

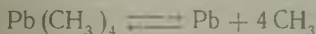
Эркин радикаллар заррачаларида тўйинмаган валентликлар бўлади, масалан, CH_3 , CH_3CH_2 , C_6H_5 , $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{N}^\cdot$.

Эркин радикаллар нейтрал молекулалардан айрим атомларни ажратиб олиш пайтида ёки айрим атомлар группасини ажратиб олишда ҳосил бўладилар, шунинг-

дек, нейтрал молекулаларга ультрабинафша нурларни таъсир эттириш натижасида ҳам ҳосил қилинади:



Тетраметилқурғошин қиздирилганда қурғошинга ва тўртта метил радикалига ажралади:



Спектрофотометрия ёки масспектрометрия усули билан моддалар таркибида эркин радикаллар: $\text{CN}\cdot$, $\text{NH}_2\cdot$, $\text{PH}_2\cdot$, $\text{C}_6\text{H}_5\cdot$ каби радикаллар борлиги аниқланади.

1.1. СТЕХИОМЕТРИЯ

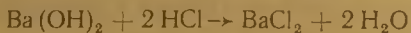
Стехиометрия — кимёнинг муҳим тушунчаси бўлиб унда реакцияга киришаётган моддалар орасидаги оғирлик ва ҳажмий нисбатлар кўриб чиқилади.

Стехиометрик миқдорлар деган сўз модданинг реакция тенгламасига ёки формуласига мувофиқ келадиган миқдорини билдиради. Стехиометрик ҳисоблашлар — кимёвий формула ва тенгламалар бўйича ҳисоблашлар, шунингдек, моддаларнинг формуласини ва реакциялар тенгламасини келтириб чиқариш, ҳисоблар ўтказишни кўзда тутати.

Стехиометрия — стехиометрик қонуиларга таянади. М. В. Ломоносов томонидан назарий ва тажриба йўли билан исботланиб, таклиф этилган «моддалар массасининг сақланиш қонуни», «таркибнинг доимийлик қонуни», «эквивалентлар қонуни», «картали нисбатлар қонуни», «ҳажмий нисбатлар қонуни», «Авагадро қонуни» каби қонуилар стехиометрик қонуилар жумласидандир.

Кимёвий тенгламалар тузиш учун Д. И Менделеев даврий системасидаги элементларнинг характерли хоссаларини, моддаларнинг ҳар хил сицфларини ва уларнинг ҳосил бўлиш ёки бўлмаслик шарт-шароитларини билмасдан туриб, ҳеч бир тенгламани тузишининг иложи йўқ. Кимёвий тенгламалар тузишда қонунсиз ўзбошимчалик билан ҳар хил пала-партиш тенгламалар тузиш саводсизлик натижаси бўлиб, у нотўғри хулосалар чиқаришга, чалкашликка олиб келади.

Кимёвий тенгламалар тузишни бошландан олдин реакция натижасида қандай моддалар ҳосил бўлишини аввалдан тахмин қилиш ва ана шу тахмин ёки хулоса асосида қандай моддалар ҳосил бўлишини аниқ билиб, сунгра кимёвий реакцияларнинг натижаларини ёзмақ керак. Масалан, кислоталар билан ишқорлар реакцияга киришганда сув ва туз ҳосил бўлади:



Кучли кислотани кучсиз кислота тузларига таъсир эттирганда кучсиз кислота ва кучли кислота тузи ҳосил бўлиш тенгламаси:



ёзилганда стехиометрия қондаларига риоя қилиш зарур. Ёки металлларнинг электрокимёвий активлик қаторида водороддан чапроқда турган металллар суюлтирилган хлорид ёки сульфат кислоталар билан реакцияга киришганда газ ҳолдаги водородни кислота таркибидан сиқиб чиқаришини олдиндан тасаввур қилмоқ зарур ва унинг асосида қуйидаги тенгламаларни тузиш мумкин:



Кимёвий тенгламаларни тўғри тузмоқ учун тегишли тема бўйича чуқур назарий билимга эга бўлмоқ керак. Агар талаба ўтилган материал бўйича чуқур билимга эга бўлса, реакцияга киришаётган молекулалар, атомлар ёки ионлардан қандай янги моддалар ҳосил бўлишини дарҳол кўз олдига келтиради-да, кимёвий реакция тенгламасини тузади, чунки ана шу тузилган кимёвий реакция тенгламаси асосида ҳар хил ҳисоб қилинади. Бундай ҳисоблар саноатда ҳам, лаборатория ёки фанда ҳам ягона стехиометрик қонунлар асосида олиб борилади.

1.2. КИМЁВИЙ РЕАКЦИЯЛАРНИНГ ТУРЛАРИ

Кимёвий реакцияларни атом — молекуляр таълимот асосида кўриб чиқамиз.

Барча моддалар турли ўзгаришларга дучор бўлиши мумкин. Масалан, магний ёнганда магнезия (магний оксид) га, сув қиздирилганда буғга айланади.

Моддаларнинг таркиби ва хоссалари жиҳатидан фарқ қиладиган бошқа моддаларга айланишига кимёвий ҳодисалар дейилади. Улар жуда кенг тарқалган бўлиб, биз бу ҳодисаларни ҳар қадамда учратамиз. Масалан, темирнинг занглаши, ёғочнинг чириши ёки ёниши каби ҳодисалар шулар жумласидандир.

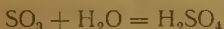
Кимвий ҳодисалар кимёвий ўзгаришлар ёки кимёвий реакциялар деб юритилади. Бундай реакцияларни, кўпинча, кимёвий ўзаро таъсирлашув дейилади.

Атом — молекуляр таълимот нуқтаи назаридан кимёвий реакцияларда реакцияга киришувчи модда молекулалари атомларидан янги модда молекулалари ҳосил булади, бунда ҳар қайси элемент атомларининг умумий сони ўзгармайди. Кимёвий реакциялар турли хусусиятларига кўра бирикиш, ажралиш, ўрин олиш ва алмашиниш реакцияларига бўлинади.

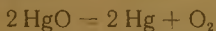
1. *Бирикиш реакциялари* — бу икки ёки бир неча моддалар молекулаларидан битта янги модданинг молекуласини ҳосил қиладиган реакциялардир. Масалан, водород ва кислороддан сувнинг ҳосил бўлиши:



ёки олтингугурт (VI) оксид билан сувдан сульфат кислотанинг ҳосил бўлиши:



2. *Ажралиш реакциялари* — булар битта модда молекулаларидан бир неча янги модда молекулалари ҳосил бўладиган реакциялардир. Масалан, симоб (II) оксиднинг ажралиши:



Кальций карбонатнинг ажралиши натижасида оҳак ва карбонат ангидриднинг ҳосил бўлиши:



ёки малахитнинг парчаланиши:



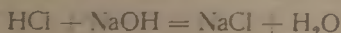
3. *Ўрин олиш реакциялари* — булар оддий модда атомларининг мураккаб модда молекулаларидаги атомлар ўрнини олиш реакцияларидир. Масалан, мис сульфат таркибидаги мис атомининг ўрнини темир атоми олиши:



ёки йоднинг хлор таъсирида сиқиб чиқарилиши:



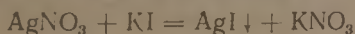
4. *Алмашиниш реакциялари* — булар иккита модда молекулалари ўзларининг таркибий қисмларини бир-бирига алмаштириб, иккита янги модда молекулаларини ҳосил қиладиган реакциялардир. Масалан, кислота эритмасининг ишқор билан ўзаро таъсири:



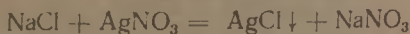
ёки барий хлориднинг натрий сульфат билан ўзаро реакцияга киришиши натижасида оқ чўкма — барий сульфатнинг ҳосил бўлиши:



5. *Ион алмашиниш реакциялари* — бунда иккита ёки учта модда молекулалари таркибидаги айрим қарама-қарши зарядли ионлар бир-бири билан урин алмашиши натижасида ҳар хил янги моддалар келиб чиқади:

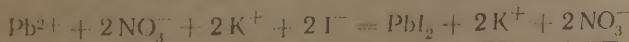
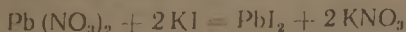


сариқ чўкма

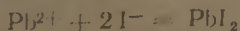


оқ чўкма

Агар бу тенгламани ионли кўринишда ёзадиган бўлсак ва бунда ўхшаш ионлар ёзилмаса, унда фақат реакцияда қатнашадиган ионлар қолади:



Реакцияга қўрғошин иони билан йод ионлари қатнашганлиги кўриниб қолади:



сариқ чўкма

Аналитик кимёда учрайдиган кимёвий реакция турларига қуйидаги реакциялар киради:

1. Кислота — асосли реакциялар натижасида сув, газлар ва кучсиз электролитларнинг ҳосил бўлиши.

2. Тузларнинг гидролизга учраш реакциялари.

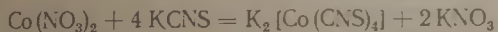
3. Амфотер бирикмаларнинг протон — донорли ва протон — акцепторли бирикмалари (амфотер гидрок-

сидлар ҳам кислотада, ҳам ишқорда эрийдиган бирик-малардир).

4. Чўктириш реакцияси ва ҳар хил рангли чўкмалар-нинг ҳосил бўлиши. Масалан, CaC_2O_4 — оқ, CuS — қора, CdS — сариқ, HgI_2 — қизил, FeS — қора, AgCl — оқ, PbI_2 — олтинсимон рангли чўкмалар.

5. Чўкмаларнинг кислота, ишқор ва аммиакда эриш реакциясида газлар, кучсиз электролитлар ва комплекс ионларнинг ҳосил бўлиши.

6. Комплекс бирикмаларнинг ҳосил бўлиш реак-цияси:



7. Электрокимёвий реакциялар-электролитларнинг суюқланмаси ёки эритмаси орқали доимий ток ўтганда электродларда содир бўладиган оксидланиш-қайтари-лиш жараёни.

8. Катализатор иштирокида борадиган реакциялар.

9. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари.

10. Комплекс бирикмаларда борадиган оксидланиш-қайтарилиш реакциялари.

Органик бирикмаларда ҳам аорганик бирикмалар-да бўладиган бирикиш, ажраллиш, уриш олиш каби ре-акциялар мавжуд бўлади.

Органик бирикмалар — асосан углерод бирикмала-ридир. Углерод атоми бошқа элемент атомлари билан, асосан, ковалент боғланиш ҳосил қилиб бирикади. Угле-род атоми асосий — тинч ҳолатда бўлганда иккита жуфт-лашмаган тоқ электронга эга бўлади, яъни у 2 валентли бўлади. Углерод атоми реакцияга киришаётганда, яъни атом қўзғалган ҳолатга ўтганда тўрт валентли бўлади (асосий ҳолат $1s^2 2s^2 2p^2$ дан қўзғалган $1s^2 2s^1 2p^3$ ҳо-латга ўтади).

Углерод жуда кўп кимёвий бирикмалар ҳосил қил-ганлиги сабабли, органик бирикмалар сони 4 млн дан ошиб кетган. Органик бирикмаларнинг бундай кўпайиб кетишига сабаб, углерод атомларининг ўзаро бир-бири билан ва, шунингдек, бошқа элементлар: Н, О, N, S, P, As, Si, галогенлар ва бошқалар билан кимёвий боғла-ниш ва тўғри чизиқли ёки тармоқланган занжирли би-рикмалар ҳосил қилишидир.

Органик бирикмалар аорганик бирикмалардан қу-йдаги хоссалари билан фарқ қиладилар:

1. Органик бирикмаларнинг молекулалари асосан

2. Занжирли ёки радикалли реакция.

Бу реакция эркин радикал ёки атом ҳосил бўлган реакциясидир.

3. Ионли, яъни ионлар иштирокида борадиган реакция.

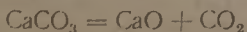
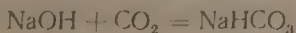
Кимёвий жараёнларда муҳим ўринни эгаллайдиган реакцияларнинг турларини кўриб чиқамиз. Реакцияга кирувчи элементлар атомларининг оксидланиш даражасининг ўзгариши ёки ўзгармаслиги билан борадиган реакциялар катта аҳамиятга эга. Улар қаторига:

1) реакцияга киришувчи элементлар атомларининг оксидланиш даражаси ўзгармасдан борадиган кимёвий реакциялар.

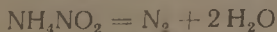
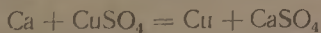
а) Ион алмашилиш реакцияси:



б) Баъзи бирикиш ёки ажралиш реакцияларида элементларнинг оксидланиш даражаси ўзгармайди:



2) Реакцияга киришувчи элементларнинг оксидланиш даражаси ўзгариши билан борадиган реакциялар:

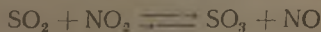
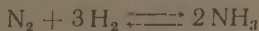


реакциялар гомоген ва гетероген ҳолатда боришлари мумкин.

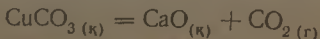
Реакцияга киришувчи ва янги ҳосил бўлувчи моддалар бир хил фазада бўлса, уларни гомоген реакциялар дейилади. Масалан, эритмада борувчи реакциялар:

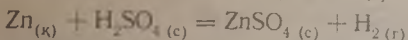
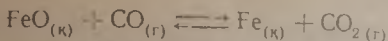


газлар орасида борадиган реакциялар:



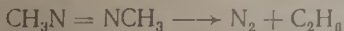
Реакцияга киришувчи моддаларнинг бир фазада, янги ҳосил бўлувчи моддаларнинг бошқа фазада бўлиш ҳолатига гетероген реакциялар дейилади:





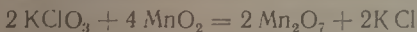
1.4. ОДДИЙ ВА МУРАККАБ РЕАКЦИЯЛАР

Стехиометрик тенглама асосида бир босқичда борадиган реакцияларга оддий реакциялар дейилади. Масалан, азотаннинг азот ва этанга парчаланиш реакцияси:

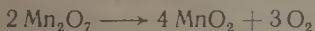


ёки водород ва йод орасидаги реакция $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2 \text{HI}$ шулар жумласидан.

Жуда кўп реакциялар мураккаб реакциялардир. Жуда кўп кимёвий реакциялар кўп босқичли булиб, оралиқ моддалар ҳосил бўлади ва натижада охириги маҳсулотлар пайдо бўлади. Бундай ҳолатларнинг схемаси: реакцияга киришувчи моддалар → оралиқ моддалар → охириги маҳсулотлар.

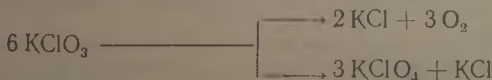


оралиқ мода

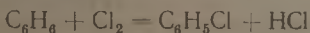


Мураккаб реакциялар — параллель ёки кетма-кет боровчи реакцияларга бўлинади.

Параллель — реакцияларда реакцияга киришувчи моддалар бир вақтда икки хил йўналишда кимёвий реакцияга киришишлари мумкин. Масалан,

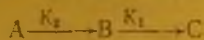


Бензол билан хлор газы уртасида ҳам шундай параллель реакциялар бориши мумкин:

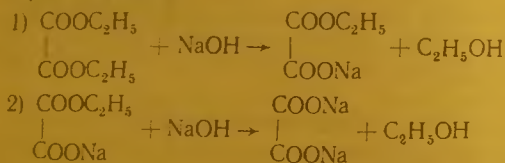


Бундай реакциянинг бориши реакция борадиган шароитга боғлиқдир. Параллель реакциялар кимёда жуда кенг тарқалгандир.

Кетма-кет содир бўладиган реакцияларда реакцияга киришувчи моддалар бир неча босқичларни ўтиши натижасида охириги маҳсулотларни келтириб чиқаради:



Масалан, диэтилоксалатнинг совувланиш реакцияси бир неча босқичда содир бўлиб, охирида натрий оксалат ҳосил бўлади:



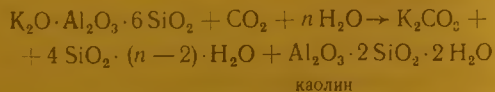
1.5. КИМӨВИЙ РЕАКЦИЯЛАРНИНГ ТЕЗЛИГИ

Кимёвий реакцияларнинг тезлиги ҳақидаги тушунча муҳим тушунчалардан бири бўлиб, моддаларнинг ўзгаришлари ва уларни саноат миқёсида олишнинг иқтисодий самарадорлиги ҳақидаги тасаввурлар билан чамбарчас боғлиқдир.

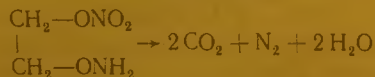
Кимёвий реакцияларнинг тезлиги ҳақидаги таълимотга кимёвий кинетика дейилади.

Кимёвий реакциянинг тезлиги деганда реакцияга киришаётган моддалардан бирининг концентрациясининг вақт бирлиги ичида ўзгариши тушунилади.

Кимёвий реакциялар ҳар хил тезликда борадилар. Баъзи реакциялар жуда секинлик билан миллион йиллар мобайнида борса, баъзилари секунд давомида олирига етади. Масалан, тоғу тошларнинг емирилиши секин борса:

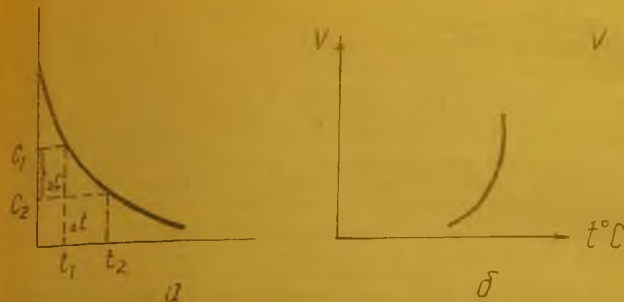


динамитнинг портлаши секунд ичида тугайди:



динитроэтиленгликоль

Цементнинг қотиши, металллар коррозияси, резинанинг оксидланиши ҳам секин борувчи реакцияларга киради.



2-расм. Реакция тезлигининг концентрацияга (а), температурага (б) боғлиқлиги.

Энг тез борувчи ва энг секин борувчи реакциялар орасидаги фарқ 10^{43} мартага етиши мумкин.

Кимёвий реакцияларнинг тезлиги ва бориш механизми кимёвий кинетика ўрганadi. Одатда концентрация моль бирликда, вақт эса секунд ёки минутларда ифодаланади. Масалан, реакцияга киришаётган моддалардан бирининг бошланғич концентрацияси $1 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ бўлиб, реакция бошланганидан 4 секунд ўтганидан кейин у $0,6 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ бўлиб қолса, реакциянинг ўртача тезлиги $\bar{v} = \frac{1-0,6}{4} = 0,1 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ га тенг бўлади. Қуйидаги тенглама бўйича борадиган реакциянинг тезлигини кўриб чиқамиз:



А модда сарфланган сари реакциянинг тезлиги 2 (а)- расмда кўрсатилганидек камая боради, демак, реакциянинг тезлиги фақат муайян вақт оралиғи учун аниқланиши мумкин. Масалан, агар А модданинг концентрацияси бирор t_1 вақтда C_1 катталиқ, t_2 вақт эса C_2 га тенг бўлса, у ҳолда $\Delta t = t_2 - t_1$ вақт оралиғида модда концентрациясининг ўзгариши $\Delta C = C_2 - C_1$ бўлади, бундан реакциянинг ўртача тезлиги \bar{V} қуйидагига тенг:

$$\bar{V} = \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = -\frac{\Delta C}{\Delta t}$$

Бу ерда А модда концентрациясининг камайишига, яъни $C_2 - C_1$ айирманинг қиймати манфий бўлишига

қарамай, реакциянинг тезлиги фақат мусбат каттали бўлиши мумкин, шу сабабли минус нишора қўйилади. Реакциянинг тезлиги доимо ўзгариб турганлиги учун кимёвий кинетикада, одатда, фақат реакциянинг ҳақиқий тезлиги кўриб чиқилади; ҳақиқий тезлик деганда вақтнинг айни моментидagi тезлиги тушунилади.

Кимёвий реакцияларнинг тезлиги реакцияга киришадиган моддаларнинг табиатига, реакцияларнинг бош шарт-шароитларига, реакцияга киришадиган моддаларнинг концентрациясига температурага, босимга ва катализаторларга боғлиқдир.

1.3. КИМӨВИЙ РЕАКЦИЯ ТЕЗЛИГИГА ТАЪСИР ҚИЛУВЧИ ОМИЛЛАР

Моддаларнинг физик ва кимёвий хоссалари, шунингдек реакцияга мойиллиги, уларнинг таркибига ва тузилишига боғлиқдир. Кузатишлар шунини кўрсатадики қутбли молекулалар иштирокида борадиган реакциялар, қутбсиз молекулалар иштирокида борадиган реакцияларга қараганда тезроқ содир бўлади.

Кимёвий реакцияларнинг тезлиги реакцияга киришувчи моддаларнинг табиатига боғлиқлигини азот (II) оксиди ва углерод (II) оксидларнинг ҳаво кислороди билан оксидланиш реакцияси мисолида кўриб чиқамиз. Ушбу температурасида NO қайтарувчилик хоссасига эга бўлиб, кислород билан дарҳол реакцияга киришади ва қўнғир тусли, заҳарли газ — азот (IV) оксиди NO₂ га айланади: 2NO + O₂ = 2NO₂. Аммо шу шароитда заҳарли газ ҳисобланган ис газини CO ҳаво кислороди билан реакцияга киришмайди. NO ва CO молекулалари ҳар хил тузилишга ва ҳар хил реакцияга кириш хусусиятларига эгадир.

1.6.1 а) Концентрациянинг таъсири

Тенглама A + B = C да A ва B моддалар ўзаро кимёвий реакцияга киришиши учун уларнинг молекулалари бир-бири билан тўқнашиши керак. Тўқнашувлар қанчалик кўп бўлса, реакция шунчалик тез боради. Реакцияга киришадиган моддаларнинг концентрациялари қанчалик юқори бўлса, тўқнашувлар сони ҳам шунчалик кўп бўлади. Шу мулоҳазалар ва кўп тажрибалар асосида кимёнинг асосий қонунини таърифлаган. Кимёвий

реакция тезлигининг реакцияга киришувчи моддаларнинг концентрациясига боғлиқлиги ҳақидаги қонунни Италия олимлари Гульдберг ва Ваагелар (1864—1867) куйидагича таърифлайди:

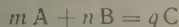
Кимёвий реакциянинг тезлиги реакцияга киришадиган моддалар концентрацияларининг кўпайтмасига тўғри пропорционалдир.

Юқорида келтирилган реакция учун бу қонун куйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$V = k[A] \cdot [B]$$

бунда [A] ва [B] — A ва B моддаларнинг моляр концентрациялари, k эса пропорционалик коэффициент бўлиб, реакциянинг тезлик доимийлиги дейилади. Агар A ва B ларни 1 га тенг деб қабул қилинса, у ҳолда k нинг физик маъносини аниқлаш қийин эмас — реакцияга киришадиган моддалардан ҳар бирининг концентрацияси 1 мольга тенг бўлганда бу константа реакция тезлигига тенг бўлади, яъни $k = v$;

Реакцияга киришадиган моддаларнинг концентрацияси ўзгарганда реакция тезлигининг ўзгаришини шу тенглама ёрдамида ҳисоблаб топиш мумкин. Реакция



учун кинетик тенглама куйидаги кўринишда бўлади:

$$V = k[A]^m [B]^n$$

бунда m ва n реакцияга киришадиган моддаларнинг стехиометрик коэффициентларидир. Кинетик тенгламада реакцияга киришадиган моддаларнинг концентрациялари стехиометрия коэффициентларининг даражасига кўтариб ёзилади.

б) Температуранинг таъсири

Реакция тезлигининг температурага боғлиқлиги Вант — Гофф қондаси билан аниқланади, бу қондага кўра температура ҳар 10°C га кўтарилганда кўпчилик реакцияларнинг тезлиги 2—4 марта ортади. Математик жиҳатдан бу боғлиқлик куйидаги нисбат билан ифодаланади:

$$V_2 = V_1 \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

бунда V_{t_1} ва V_{t_2} — реакциянинг тегишлича охириги t_2 ва бошланғич t_1 температуралардаги тезликлари, γ — реакция тезлигининг температура коэффиценти, u реакцияга киришаётган моддаларнинг температураси 10°C га кутарилганда реакциянинг тезлиги неча марта ортишини кўрсатади.

1.6.2. Реакцияларнинг тартиблилиги ва молекулярлиги

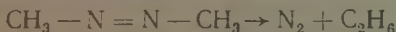
Кимёвий реакциялар молекулярлиги ва тартиблилиги бўйича синфларга бўлинадилар.

Айни пайтда реакцияга қатнашаётган молекулалар сонини унинг молекулярлиги дейилади. Реакциялар мономолекуляр, бимолекуляр ва тримолекуляр бўлиши мумкин.

Мономолекуляр реакцияларда реакцияга фақат битта молекула қатнашади. Масалан, газ ҳолидаги йод молекуласининг парчаланиши

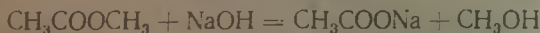
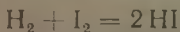


ёки азотнинг парчаланиши



мономолекуляр реакциялар турига киради.

Бимолекуляр реакцияларда иккита молекула, иккита ион ёки радикаллар қатнашади:



Тримолекуляр реакцияларда эса бир вақтнинг ўзида реакцияда учта молекула қатнашади. Масалан:



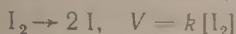
Аммо тўрт молекула қатнашадиган реакциялар маълум эмас.

Кимёвий реакция тезлиги реакцияга киришувчи моддаларнинг концентрациялари тартиблилигига ҳам боғлиқдир.

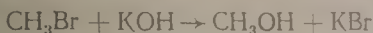
Одатда реакциялар биринчи, иккинчи ва учинчи тартибли бўлиши кузатилади. Агар реакция бир босқичда содир бўлса, бундай жараёнлар содда кимёвий жараён деб юритилади. Ҳар қандай содда реакциянинг умумий тартиби реакцияга киришувчи моддаларнинг стехиометрик коэффицентлари йиғиндисига тенг, бошқача айтганда, молекулалар сонига тенг бўлади ва бу

кийматни реакциянинг молекулярлиги деб ҳам юритилади.

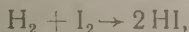
Биринчи тартибли реакцияларга буғ ҳолатдаги йоднинг термик парчаланиши мисол бўлаолади:



Иккинчи тартибли реакцияларга метилбромид билан калий гидроксид уртасидаги реакция мисол бўлаолади:

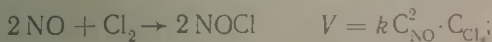


$$V = k [CH_3Br] [KOH]$$



$$V = k \cdot [H_2] \cdot [I_2];$$

Учинчи тартибли реакцияларга нитрозил хлориднинг ҳосил бўлиш реакциясини мисол қилиб олиш мумкин. Учинчи тартибли реакциялар жуда кам учрайди. Бундай реакцияларнинг кинетик тенгламаси $V = k C_1 C_2 C_3$ ёки $V = k C^3$ бўлганда $C_1 = C_2 = C_3$. Масалан:

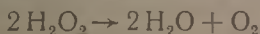


нитрозил
хлорид

Бу реакция NO бўйича иккинчи, Cl_2 бўйича биринчи тартибли, жами бўлиб учинчи тартибли реакциядир.

Юқорида айтилган реакция тартиби ва стехиометрик коэффициент орасидаги муносабат жуда секин боладиган реакциялар учун, яъни система кимёвий мувозанат ҳолатига яқинлашган ҳолат учунгина тўғри бўлади. Жараён мувозанат ҳолатдан узоқда бўлганда, реакция бир неча содда реакциялар орқали содир бўлади. Бундай реакциялар учун реакция тартиби стехиометрик коэффициентлар йиғиндисига тенг бўлмай қолади.

Масалан, водород пероксиднинг парчаланиши:



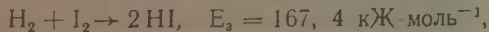
тартиби 2 га тенг бўлган реакция деб қаралиши керак эди, лекин реакциянинг бориш шароити узгаришига қараб унинг тартиби бирга ёки каср сонга тенг бўлиши мумкин. Бу ҳолат H_2O_2 нинг парчаланиши турли оралиқ босқичлар орқали амалга ошиши мумкин эканлигидан дарак беради.

Кўпчилик реакциялар учун амалга ошадиган босқичлар ноаниқ бўлади, шу сабабли ҳар бир модда бўйича реакция тартибини олдиндан айтиб бериш имконияти бўлмайдди, уларни фақат тажрибадагина махсус услублар асосида аниқлаш мумкин.

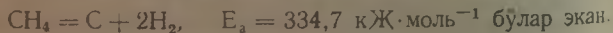
1.6.3. Активланиш энергияси

Кимёвий реакцияга айна реакцияни амалга ошириш учун етарли энергияси бўлган актив молекулаларгина киришади. Ноактив молекулаларга зарурий қўшимча энергия бериб, уларни актив молекулаларга айлантириш мумкин, бу жараёни активланиш дейилади. Молекулали активлаш усулларидан бири — температурани оширишдир: температура кўтарилганда актив молекулалар сони геометрик прогрессия бўйича кўпаяди, реакция тезлиги ҳам ортади.

Реакцияга киришувчи моддалар молекулаларини актив молекулаларга айлантириш учун берилиши лозим бўлган энергия *активланиш энергияси* дейилади. Унинг қатталиги тажриба йўли билан аниқланади, E_a ҳарфи билан белгиланади ва одатда $\text{кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$ да ифодланади. Масалан, водород йодиднинг ҳосил бўлиш активлик энергияси тажриба йўли билан аниқланганда



метаннинг парчаланишида эса



1.6.4. Катализаторларнинг таъсири

Кимёвий реакцияларнинг тезлигини ўзгартирувчи моддалар катализаторлар дейилади. Катализаторларнинг ўзи реакциянинг охириги маҳсулотлари таркибига қирмайди. Катализаторлар реакция тезлигини турлича ўзгартиради, баъзилари жуда тезлаштиради, уларни *ижобий катализ* дейилади. Масалан, водород йодиднинг парчаланиш активлик энергияси платина катализатори иштирокида $184 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$ дан $69 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$ га тушади.

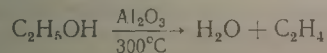
Баъзи бир катализаторлар эса реакцияни сусайтиради. Бундай катализаторлар салбий катализаторлардир. Масалан, водород пероксиднинг парчаланиш реакциясига $0,0001\%$ миқдорда H_2SO_4 нинг қўшилиши ре-

акция тезлигини анча пасайтириб қўяди. Бундай катализаторларга кўпчилик *ингибиторлар* деб аталади.

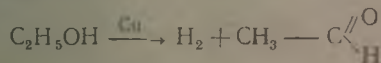
Маълумки, жуда кўп моддалар қуруқ ҳолда бири-бири билан реакцияга киришмайдилар, ammo улар эритма ҳолда жуда яхши реакцияга киришадилар. Демак, эритувчилар ҳам катализатор вазифасини бажарар экан. Масалан, эритмаларда ион алмашиниш реакциялари секундлар давомида тугайди.

Илмий текширишлардан маълумки, сувсиз ҳолда хлор, бром ва йод металлларни оксидлай олмайдилар, шунингдек, водород фторид шишини емираолмайди.

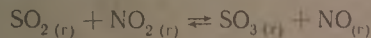
Шуни алоҳида таъқидлаб ўтиш керакки, катализаторлар танлаб таъсир этади, шунинг учун турли катализаторлар ишлатиб, битта модданинг ўзидан турли хил маҳсулотлар олиш мумкин. Масалан, алюминий оксид Al_2O_3 катализаторлигида 300°C да этил спиртдан сув билан этилен ҳосил бўлади:



Худди шу температурада, лекин майдаланган мис иштирокида этил спирдан водород билан сирка альдегид ҳосил бўлади:



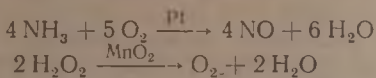
Катализаторлар иштирокида борадиган реакцияларга катализ дейилади. Катализ гомоген (бир жинсли) ва гетероген (кўп жинсли) бўлиши мумкин. Реакцияга киришувчи моддалар билан катализаторнинг бир хил фазада газ ёки суюқ ҳолда бўлишига гомоген катализ дейилади. Масалан, сульфат кислотга олишда олтингургут (IV) оксиднинг азот (IV) оксиди ёрдамида оксидланиш реакцияси (газ фазада) мисол бўлади:



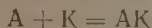
Бу ерда NO_2 — катализатордир.

Реакцияга киришувчи моддалар бир фазада, катализаторларнинг бошқа хил фазада бўлишига гетероген катализ дейилади. Одатда катализатор қаттиқ модда, реакцияга киришувчи моддалар эса газлар ёки суюқликлар бўлади. Гетероген катализга аммиакнинг NH_3 (газ фаза) Pt иштирокида (қаттиқ фаза) оксидланиши

ёки водород перексид H_2O_2 (суюқ фаза) нинг MnO_2 (қат. тик фаза) иштирокида парчаланиши мисол булаолади:



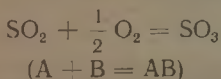
Катализаторларнинг таъсир этиш механизми турлича булиши мумкин, лекин энг куп тарқалгани — реакцияга киришувчи моддаларнинг биттаси билан оралиқ бирикмалар ҳосил булишидир. Масалан, агар секин борадиган $\text{A} + \text{B} = \text{AB}$ реакция катализатор K иштирокида олиб борилса, у ҳолда катализатор бошланғич моддаларнинг бири билан реакцияга киришиб беқарор оралиқ бирикма ҳосил қилади:



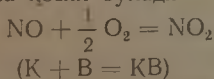
Реакция тез кетади, чунки бу жараённинг активланиш энергияси кичикдир. Сунгра оралиқ бирикма AK бошланғич моддаларнинг иккинчиси билан ўзаро таъсирлашади, бунда катализатор эркин ҳолда ажралиб чиқади:



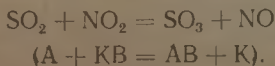
Масалан, SO_2 нинг катализатор NO ёрдамида оксидланиб, SO_3 га айланиши:



Бу реакция секин боради. Катализатор қўшилгандан кейин оралиқ бирикма ҳосил булади:



ва сунгра



2. ЭЛЕКТРОЛИТ ЭРИТМАЛАРИДА ИОН АЛМАШИНИШ РЕАКЦИЯЛАРИ

2.1. ЭЛЕКТРОЛИТЛАР ЭРИТМАЛАРИДАГИ РЕАКЦИЯЛАР

Суюқланмалари ёки эритмалари электр токини ўтказадиган (тузлар, кислоталар ва асослар) моддаларга *электродитлар* деб аталади.

Эритмалари электр токини ўтказмайдиган моддаларга *электролит эмас моддалар* дейилади, масалан, шакар, спирт, глюкоза ва кўпгина органик бирикмалар. Электролитларнинг эритмалари ёки суюқланмаларида электр токини зарядланган заррачалар (ионлар) ташийдилар. Металларда эса электр токини эркин электронлар ташийдилар.

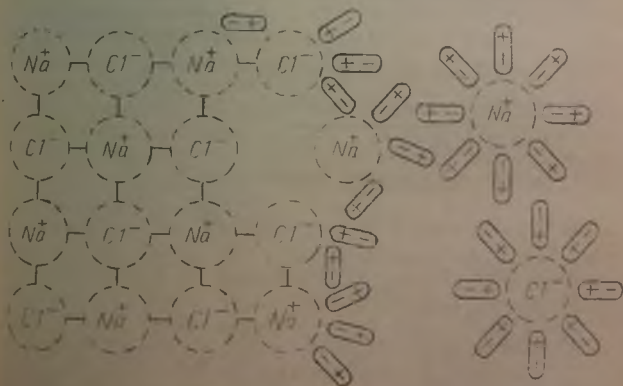
Электролитлар — иккинчи тур ўтказгичлардир. Улар эритмада ионларга ажралади. Эритмада ионлар қанчалик кўп бўлса, у электр токини шунча яхши ўтказди. Сувнинг ўзи электр токини жуда ёмон ўтказди.

Электролитларнинг сувда эриганда ионларга ажралишига электролитик диссоциланиш дейилади.

Электролитларнинг табиатини тушунтириш учун швед олими С. Аррениус 1887 йилда электролитик диссоциланиш назариясини таклиф этди. Бу назариянинг асосий моҳияти қуйидаги қоидалардан иборат:

1. Электролитлар сувда эриганда мусбат ва манфий ионларга ажралади (диссоциланади).

2. Ионлар электр токи таъсирида ҳаракатланади: мусбат зарядланган ионлар — катодга, манфий зарядланган ионлар эса анодга томон ҳаракатланади. Шунинг учун ҳам мусбат зарядланган ионлар — катионлар, манфий зарядланганлари эса — анионлар дейилади.

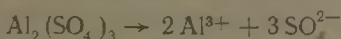
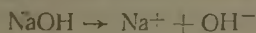
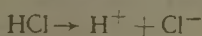
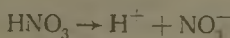


3-расм. Тузнинг эриш жараёнида қутбли молекулаларнинг ионларга диссоциланишига олиб келиши, ионларнинг гидратланиши.

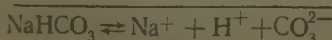
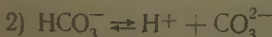
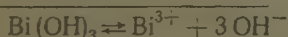
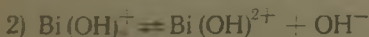
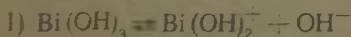
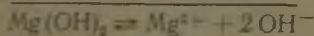
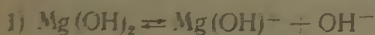
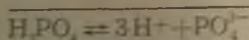
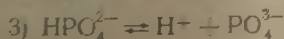
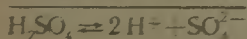
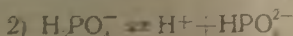
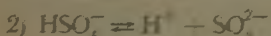
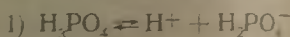
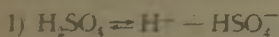
3. Диссоциланиш жараёни қайтардир, яъни унда шундай мувозанат ҳолати қарор топадики, унда қанча молекула ионларга ажралса (диссоциланса) ионлардан яна шунча молекула ҳосил булади, яъни ассоциланади.

4. Бир асосли кислоталар, бир негизли асослар ва урта тузлар тўғридан-тўғри ионларга диссоциланиди-лар:

Масалан:



5. Кўп асосли кислоталар, кўп негизли асослар, нордон тузлар босқичма-босқич ионларга диссоциланидилар:

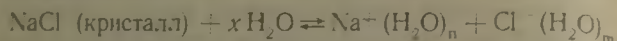


Аммо Аррениус назарияси эритмаларда бўладиган ҳодисаларнинг жуда мураккаб эканлигини ҳисобга олмади. Бу назария аслида кимёвий юзаки назария бўлиб, ионларни тамомила эркин, эритувчининг молекулаларидан мустақил бўлган заррачалар деб қаради.

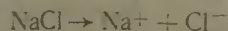
Д. И. Менделеевнинг эритмалар ҳақидаги кимёвий назарияси, ёки гидратлар назарияси Аррениус назариясига қарши эди. Д. И. Менделеев назарияси эриган модда эритувчи билан ўзаро таъсирлашади (эриган модда заррачалари билан бирикади) деган тушунчага асосланади. Иккала назария уртасидаги зиддиятни И. А. Каблуков бартараф этди. 1891 йил И. А. Каблуков ионлар гидратланади, яъни улар сув молекулалари билан беқарор бирикмалар ҳосил қилади, деган энг муҳим назарияни биринчи бўлиб майдонга ташлади. Ҳозирги вақтда рад этиб бўлмайдиган бу назария, кейинчалик Аррениус ва Менделеев назарияларини бирлаштиришга сабаб бўлди. Эритмалар кимёсининг кейинги бутун тараққиёти электролитик диссоциланиш назарияси гидратлар назариясига зид бўлмасдан, балки Менделеев яратган тушунчаларга асосланмаса ривожланмаслигини кўрсатди. Эриган модда эритувчи билан ўзаро таъсирлашади, натижада гидратлар ҳосил бўлади, сўнгра улар ионларга диссоциланади, бу ионлар сув молекулалари билан боғланган, яъни гидратланган бўлади ёки эритмада фақат гидратланган ионлар бўлади, деб тахмин қилади. И. А. Каблуков ўз назариясида гидратланиш кўпинча ионларнинг қайтадан бирикиб молекула ҳосил қилишини қийинлаштиради деб тушунтиради.

Гидратланган ионларда сув молекуласининг миқдори ўзгарувчан бўлиши мумкин. Водород иони H^+ ўзгармас таркибли гидрат ҳосил қилади, у сувнинг битта молекуласини тутиб туради. Бу гидратланган протондир $H^+(H_2O)$. Адабиётларда у H_3O^+ ёки OH_3^+ тарзида ёзилади ва гидроксоний иони деб юритилади. Масалан, катион Be^{2+} тетрагидрат $Be(H_2O)^{2+}_4$, ион Al^{3+} — гексагидрат $Al(H_2O)^{3+}_6$ ҳосил қиладилар. Агар ион боғланишга эга бўлган кристалл модда эритувчига туширилса, масалан, юқори диэлектриклик хоссасига эга бўлган сувга туширилса, сув кристалл билан кимёвий реакцияга киришиб, унинг кристалл панжарасини емиради ва сувда мусбат ва манфий зарядланган заррачалар пайдо бўлади ва бу ионлар бир қанча сув молекулаларини бириктириб оладилар.

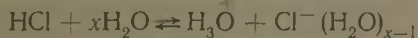
Масалан, 3-расмда кўрсатилгандек қуйидаги жараён содир бўлади:



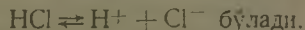
$x = n + m$ ионларни гидратлаган сув молекулаларининг миқдоридир. Кўпинча бундай тенгламаларни оддий ҳолда қуйидагича ёзилади:



Қутбий ковалент боғланишга эга бўлган HCl сувга туширилгунга қадар ҳеч қандай ионга эга эмас. HCl сувга туширилгач, H—Cl ўртасидаги ковалент боғланиш аста-секин бўшашиб ионларга ажралади, чунки сувнинг диполь (қутбли) молекулалари HCl молекулаларини ҳар томонлама ураб олиб, уларни бир-биридан айиради. Бунда умумий электрон оғирлик маркази хлор атоми томонига ўтиб кетади, ҳосил бўлган протон H^+ сув молекуласи билан мусбат зарядланган гидроксоний ионига айланади:



бу тенгламани оддий ҳолда ёзсак



Сув юқори диэлектрик ўтказувчанликка эга бўлганлиги учун бир пайтда ҳам диссоциланади, ҳам моддаларни ионлаштиради.

Сувда бошқа кислоталар, масалан, нитрат кислота эритилганда ҳам шунга ўхшаш кимёвий реакция болади:



Ҳозиргача биз фақат сувдаги эритмаларда бўладиган диссоциланишнинггина кўриб чиқдик. Аммо, сувдан ташқари, чумоли кислота, вино спирти, ацетон каби бошқа эритувчилар ҳам бўлади; бундай эритувчиларда ҳам электролитлар гарчи камроқ даражада бўлсада, диссоциланади. Бундай эритувчилар ионлаштирувчи эритувчилар деб аталади. Буларнинг молекулалари ҳам сув молекулалари сингари, равишан ифодаланган қутблилиги билан ажралиб туради. Аксинча, қутбсиз ёки кам қутбли эритувчиларда, масалан, эфир, бензол, углерод сульфидда ионларга диссоциланиш кўзатишмайди.

Турли эритувчиларнинг ионлаштирувчи хусусияти ҳақида уларнинг диэлектрик доимийликларига қараб фикр юритиш мумкин.

Айни муҳитда икки заряд ўртасидаги ўзаро таъсир кучи ҳавосиз фазода бўладиган ўзаро таъсир кучидан неча марта кам эканлигини кўрсатувчи катталик уша муҳитнинг диэлектрик доимийлиги деб аталади. Эритувчининг диэлектрик доимийлиги билан эритувчи молекулаларининг қутблилиги ўртасида маълум боғланиш бор. Баъзи суyoқликларнинг диэлектрик доимийлик қийматининг катта бўлишига сабаб шуки, бу суyoқликларнинг молекулалари катта диполь моментга эга бўлади.

Қуйида энг муҳим эритувчиларнинг 18°C даги диэлектрик доимийликлари келтирилган.

1-жадвал

Баъзи эритувчиларнинг диэлектрик доимийликлари.

Моддалар (эритувчилар)	Диэлектрик доимийлик	Эритувчи моддалар	Диэлектрик доимийлик
Сув	81	Хлороформ	5,1
Чумоли кислота	58	Эфир	4,3
Этил спирт	27	Углерод сульфид	2,6
Ацетон	21	Бензол	2,3

Одатдаги эритувчилар орасида диэлектрик доимийлиги энг юқори бўлган сувдир, шу билан бирга у энг яхши ионлаштирувчи эритувчи ҳамдир. Сувнинг диэлектрик доимийлиги 81 га тенг. Бу, зарядланган ионлар ўртасидаги ўзаро таъсир кучлари сувдаги эритмаларида кристаллар орасида бўладиган таъсир кучларига қараганда 81 марта кам демасдир. Электролитларни диссоциламайдиган эфир, бензол, углерод сульфид сингари эритувчиларнинг диэлектрик доимийлиги жуда кичик бўлади.

Эритмалари электр токини ўтказадиган моддаларга электролитлар дейилади. Масалан, NaCl, KCl, KNO₃, HNO₃, H₂SO₄ ва бошқалар. Эритмалари электр токини ўтказмайдиган моддаларга электролит эмаслар дейилади. Масалан, дистилланган сув, спирт, шакар эритмаси, бензол, эфир ва бошқалар.

Ҳар қандай диссоциланиш сингари, электролитик

диссоциланиш ҳам қайтар жараёндр. Шу сабаблар билан электролитларнинг эритмаларида ионлар билан бир қаторда молекулалар ҳам бўлади. Шунинг учун электролитларнинг эритмалари диссоциланиш даражаси α билан характерланади, у ионларга ажралган молекулалар сони n нинг эриган молекулаларнинг умумий сони N га нисбатидан иборат:

$$\alpha = \frac{n}{N}$$

Электролитнинг диссоциланиш даражаси тажрибада аниқланади ва бирлик улушлари ёки фонзларда ифодаланади. Агар $\alpha=0$ бўлса, диссоциланиш содир бўлмайди, агар $\alpha=1$ ёки 100% бўлса, электролит ионларга тўлиқ диссоциланади. Агар $\alpha=70\%$ бўлса, бу эини электролитнинг 100 та молекуласидан 70 таси ионларга ажралган бўлади. Эритмалар қанча кўп суялтирилса, электролитик диссоциланиш даражаси α нинг қиймати шунча ортади.

Қуйидаги жадвалда электролит эритмаларнинг диссоциланиш даражаси қийматига қараб, электролитларнинг кучли, ўртача кучли ва кучсиз электролитларга бўлинишини аниқ эттирадиган жадвал келтирилган.

2-жадвал

0,1 N эритмаларнинг диссоциланиш даражаси α қиймати

Кучли электролитлар, $\alpha > 30\%$	α , %	Ўртача кучли электролитлар, $\alpha = 3-30\%$	α , %	Кучсиз электролитлар, $\alpha < 3\%$	α , %
1	2	3	4	5	6
HNO ₃	93	H ₃ PO ₄	27	NH ₄ OH	1,4
HCl	92	H ₂ SO ₄	20	CH ₃ COOH	1,36
H ₂ SO ₄	60	HF	8	H ₂ CO ₃	0,17
KOH	95	—	—	H ₂ S	0,07
NaOH	93	—	—	HCN	0,01
Ba(OH) ₂	77	—	—	H ₂ O	$2 \cdot 10^{-7}$
тузлар M ¹ A ⁻	80—90	—	—	—	—
M ²⁺ A ²⁻	70—80	—	—	—	—
M ²⁺ A ¹⁻	35—45	—	—	—	—

Кучли электролитлар сувда эриганда ионларга тўлиқ диссоциланади. Бундай электролитларга қуйидагилар киради:

1) Деярли ҳамма тузлар:

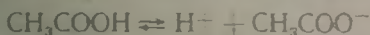
2) Кўпчилик минерал кислоталар, масалан, H_2SO_4 , HNO_3 , HCl , HBr , HI , $HMnO_4$, $HClO_4$;

3) Ишқорий ва ишқорий — ер металллар ҳосил қилган асослар: $NaOH$, KOH , $Ba(OH)_2$, $Ca(OH)_2$.

Ўртача кучли электролитларга бир қанча аорганик ва органик кислоталар киради: H_2SO_3 , H_3PO_4 , $H_2C_2O_4$, $HCOOH$ ва бошқалар.

Кучсиз электролитларга сувдаги эритмалари жуда кам диссоциланадиган электролитлар киради: H_2CO_3 , H_2S , HNO_2 , HCN , $HClO$, H_2SO_3 , H_2SiO_3 , H_3BO_3 , шунингдек баъзи тузлар — CdI_2 , $HgCl_2$, $Fe(SCN)_3$ ва сув киради.

Кучсиз электролитлар учун диссоциланиш константаси қўлланилади. Масалан, кучсиз электролит сирка кислотасининг диссоциланиш учун диссоциланиш константаси қуйидаги қийматга эга бўлади:



Массалар сақланиш қонуни бўйича

$$K = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

Айни ҳолда мувозанат константаси K диссоциланиш константаси деб аталади. Бу константанинг қиймати электролитнинг ионларга диссоциланиш хусусиятини тавсифлайди. Дарҳақиқат, юқоридаги тенгламадан кўришиб турадики, K қанча катта бўлса, мувозанат вақтида ионлар концентрацияси шунча кўп бўлиши, яъни электролит шунча кўп диссоциланиши керак.

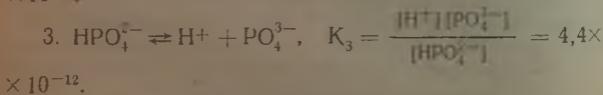
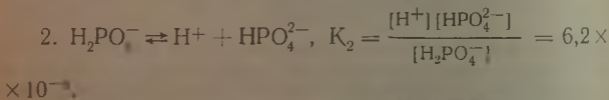
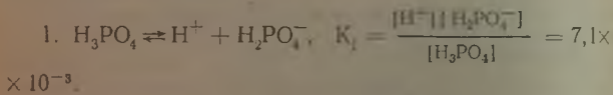
Диссоциланиш константаси билан диссоциланиш даражаси ўртасида бир катталикини бошқа катталик ёрдами билан ифодаланишига имкон берадиган аниқ боғланиш бор. Агар иккита ионга ажраладиган электролитнинг моляр концентрацияси C билан, унинг айни эритмадаги диссоциланиш даражаси α билан белгиланса, у вақтда, ионларда ҳар бирининг концентрацияси $C\alpha$, диссоциланмаган молекулалар концентрацияси эса $c(1-\alpha)$ бўлади. Бундай шароитда диссоциланиш константасининг тенгламаси қуйидаги шаклни олади:

$$K = \frac{(C\alpha)^2}{c(1-\alpha)} \quad \text{ёки} \quad K = \frac{\alpha^2}{1-\alpha} \cdot c$$

Бу тенглама суюлтириши қонунини ифода қилади ва электролитнинг диссоциланиш константаси маълум бўлган тақдирда, ҳар хил концентрацияларда бўладиган диссоциланиш даражасини ҳисоблаб чиқишга имкон беради.

Баъзи электролитлар учун, диссоциланиш даражаси $\alpha \ll 1$ бўлганда, $1 - \alpha \approx 1$, бу ҳолда $K \cong \alpha^2 \cdot c$, бундан $\alpha \cong \sqrt{\frac{K}{c}}$, булардан кўриниб турибдики, электролит қанча суюлтирилса, диссоциланиш даражасининг қиймати шунча ортади.

Кўп асосли кислоталар ва кўп негизли асослар босқичма-босқич ионларга диссоциланиб, битта, иккита ёки кўп ҳолда H^+ ва OH^- ионлари эритмага ўтабoshлайди. Бундай электролитлар учун диссоциланиш константаси қуйидаги қийматларга эга бўлади. Масалан, уч асосли ортофосфат кислотанинг диссоциланиши босқичма-босқич боради:



H_3PO_4 кўп негизли кислота бўлиб, биринчи босқичда кучли кислоталар каби тез диссоциланади, аммо иккинчи ва учинчи босқичларида эса диссоциланиш сусая боради, яъни $K_1 > K_2 > K_3$ бўлади.

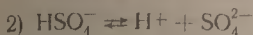
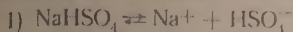
H_3PO_4 эритмасида PO_4^{3-} HPO_4^{2-} ионларига нисбатан ди-гидрофосфат $H_2PO_4^-$ ионлари кўпроқ учрайди.

Кўп асосли кислоталарнинг босқичма-босқич ионланишига асосий сабаб, уларнинг кўпинча нордон тузлар ҳосил қилишидир:

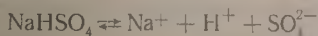


Агар ишқор эритмаси етарли даражада бўлмаса, нордон

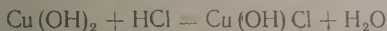
тузларнинг ҳосил бўлишига олиб келади ва бу тузлар босқичма-босқич ионларга диссоциланади:



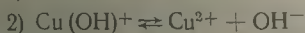
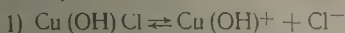
агар умумий ҳолда кўрсатсак,



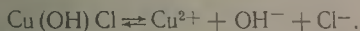
Агар етарли даражада кислоталар бўлмаса, у ҳолда асосли тузлар ҳосил бўлиши мумкин:



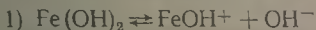
Асосли тузлар ҳам босқичма-босқич ионларга диссоциланадилар:



Умумий ҳолда;

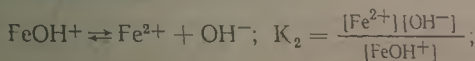


Худди шунингдек, кўп негизли гидроксидлар ҳам босқичма-босқич диссоциланадилар. М а с а л а н:

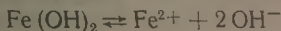


$$K_1 = \frac{[\text{FeOH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{Fe}(\text{OH})_2]};$$

иккинчи босқичда эса:



Агар умумий ҳолда ёзсак,



ёки

$$K = \frac{[\text{Fe}^{2+}][\text{OH}^-]^2}{[\text{Fe}(\text{OH})_2]}; \text{ бунда } K = K_1 \cdot K_2.$$

Ҳар бир босқич ўзига хос диссоциланиш константаси қийматига эгадир ва константа қийматлари бир босқичдан иккинчи босқичга ўтган сайин камая боради.

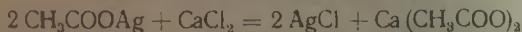
Шунинг учун кучсиз электролитлар учун диссоциланиш жараёни уларнинг кўпинча биринчи босқичига нисбатан олинади.

Куйидаги жадвалда 25°C да баъзи кучсиз электролитларнинг ионланиш константа қийматлари берилган.

3-жадвал

Кучсиз электролитлар	K_1	K_2	K_3
HNO_2	$7,1 \cdot 10^{-4}$	—	—
CH_3COOH	$1,76 \cdot 10^{-5}$	—	—
H_2SO_3	$2 \cdot 10^{-2}$	$6,2 \cdot 10^{-8}$	—
H_2S	$6 \cdot 10^{-8}$	$1,0 \cdot 10^{-13}$	—
H_2CO_3	$4,2 \cdot 10^{-7}$	$4,7 \cdot 10^{-11}$	—
H_3PO_3	$7,2 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-8}$	$4,4 \cdot 10^{-13}$
H_2O	$1,8 \cdot 10^{-10}$	—	—

Электролитлар бир-бирига аралаштирилганда уларнинг ионлари ўзаро кимёвий реакцияга киришади:



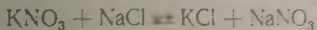
Бу реакцияларнинг ҳаммасида ҳам сувда эримайдиган оқ рангли кумуш хлорид чўкмаси ҳосил бўлади.

Электролитик диссоциланиш нуқтаи назари бўйича реакциялар электролитлар ўртасида эмас, балки уларнинг ионлари орасида боради. Шунинг учун ҳам юқорида келтирилган реакцияларда кумуш тузлари эритмаси таркибида кумуш Ag^+ ионлари, хлоридлар таркибида эса хлор Cl^- ионлари бўлганлиги учун ҳам кумуш ва хлор ионлари ўзаро кимёвий реакцияга киришиб, оқ рангли AgCl чўкмасини ҳосил қилдилар. Демак, эритмада хлор ионлари — Cl^- бўлса, уни кумуш — Ag^+ иони орқали, эритмада кумуш Ag^+ ионларининг бор ёки йўқлигини эса хлор ионлари — Cl^- орқали топиш мумкин экан. Аммо хлор ионлари бошқа ионлар билан бирга бўлса ёки ионларга диссоциланмайдиган молекулалар таркибида бўлса, уни кумуш — Ag^+ орқали топиб бўлмайди. Масалан, бертоле тузи KClO_3 таркибидаги хлорни кумуш ионлари ёрдамида топиб бўлмайди, chunki бертоле тузи хлор ионларини ҳосил қилмайди, яъни $\text{KClO}_3 \rightleftharpoons \text{K}^+ + \text{ClO}_3^-$

Электролит эритмаларининг ионлари ўртасидаги реакциялар икки хил бўлиши мумкин: 1) ҳосил бўлаётган модда кучли электролит бўлиб, сувда янши эриши ва ионларга тулиқ диссоциланиши, 2) ҳосил бўлаётган моддалардан бирортаси чўкма, газ, ёки комплекс ион ҳолида бўлиши мумкин.

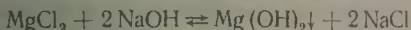
Буни қуйидаги мисолларда кўриб чиқамиз.

1. Кучли электролит ҳисобланган калий нитрат билан натрий хлорид эритмалари ўртасидаги реакция тенгламасини олайлик:



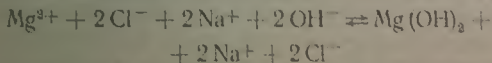
Тенгламадан кўриниб турибдики, эритмалар аралаштирилганда фақат K^+ , Na^+ , NO_3^- ва Cl^- ионлари ўзаро бири бири билан аралашиб, бошқа бирор ўзгариш рўй бермаганлиги кўриниб турибди. KNO_3 билан NaCl эритмалари аралаштирилганда чўкма, газ ёки ёмон эрувчи моддалар ҳосил бўлмайди.

2. Агар реакция пайтида чўкма, газ, комплекс ион ёки бирор ёмон эрувчи модда ҳосил бўлса, улар реакция муҳитидан ажралади. Масалан, MgCl_2 эритмасига NaOH эритмаси аралаштирилганда оқ чўкма ҳосил бўлиши реакция тенгламасидан кўриниб туради:

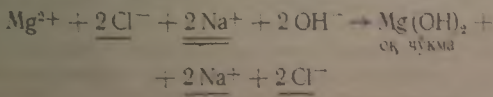


Бу жараёндаги кимёвий мувозанат $\text{Mg}(\text{OH})_2$ чўкмаси ҳосил бўлиш томонига силжиган.

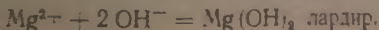
Агар реакция тенгламасини ион-молекуляр ҳолда ёзсак:



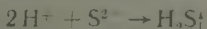
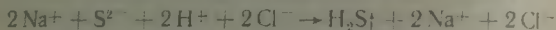
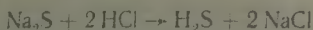
Тенгламадан кўриниб турибди, реакцияга қатнашган асосий ионлар Mg^{2+} ва OH^- ионларидир, аммо Na^+ ва Cl^- ионлари реакцияга қатнашмайдилар. Агар тенгламанинг ҳар иккала томонидаги ўхшаш ионларни қисқартирсак, у ҳолда:



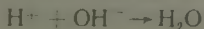
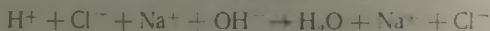
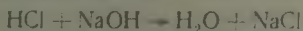
Унда реакцияга қатнашган ионлар



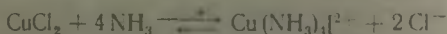
Газ ажралиб чиқиши билан борадиган реакцияларга m_n соллар:



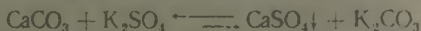
Кам диссоциланувчи моддалар ҳосил бўлиши билан борувчи реакцияларга мисоллар:



Комплекс ионлар ҳосил бўлиши билан борадиган реакциялар:



Ион алмашилиш реакцияларида қийин эрувчи моддалар реакция бошланишида ёки реакция охирида учрайдилар:



Бундай реакцияларда кимёвий мувозанат кўпроқ кам эрувчи моддалар ҳосил бўлиш томонига қараб, яъни биринчи тенгламада CaCO_3 ҳосил бўлиш томонига қараб силжиган бўлса (чунки CaCO_3 сувда ёмон эрийди), иккинчи тенгламада BaSO_4 ҳосил бўлиш томонига силжиган, чунки CaSO_4 га нисбатан BaSO_4 сувда янада ёмон эрийди.

Электролит эритмаларида ана шундай бир модданинг ионлари билан иккинчи модда ионларининг ўзаро ўрин алмашилишига *ион алмашилиш реакциялари* дейилади.

Электролит эритмаларининг кимёвий хоссалари уларнинг ионлари зарядлари, радиуслари, электрон тўзилишлари билан тавсифланади.

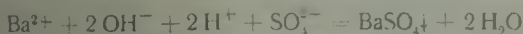
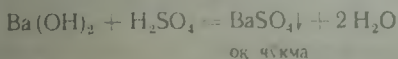
Кимёвий реакцияларнинг боришида асосан реакция муҳити асосий роль ўйнайди.

Ион алмашилиш реакцияларида реакция кўпроқ ионларнинг бирикиши натижасида эритмада ионлар концентрациясининг пасайиш томонига қараб боради.

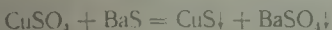
* узун стрелка кимёвий мувозанатни қайси томонга силжишини курсатиб турибди.

Ион алмашиниш реакциялари асосан қуйидаги қондаларга асосланади: электролит эритмаларида ион алмашиниш реакциялари чўкмалар ҳосил бўлиши, ёки ёмон эрувчи моддаларнинг ҳосил бўлиши, газларнинг ажралиб чиқиши ёки енгил учувчан моддаларнинг ажралиши билан борадиган реакциялар бўйича ёки кам диссоциланадиган, ёхуд комплекс ионлар ҳосил бўлиши билан борадиган реакциялар бўйича содир бўлади.

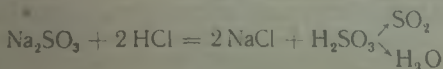
Электролит эритмаларининг кўп реакциялари бир вақтда ҳам чўкма, ҳам кам диссоциланувчи моддалар ҳосил бўлиши билан борадилар. Масалан,



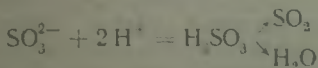
Баъзи бир реакциялар ҳар хил чўкмаларнинг ҳосил бўлиши билан боради:



Тажрибада шундай ионли қайтмас реакциялар ҳам учрайдики, реакция пайтида беқарор ёки кам диссоциланувчи, эрувчанлиги жуда паст моддалар ҳосил бўлиши мумкин. Масалан:



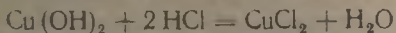
ёки



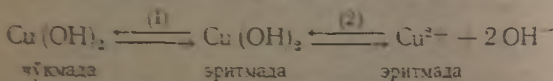
Бир пайтда ҳам унғ, ҳам чапга борувчи реакцияларга қийтар реакциялар дейилади: қантар реакцияларда қарама-қарши стрелкалар қўйилади. Чандан унғга кетувчи реакцияларни тўғри ва унғдан чапга кетувчиларни эса тесқари реакциялар дейилади.

Реакцияга қадар бўлган моддалар концентрацияси билан реакциядан кейин ҳосил бўлган моддалар концентрацияларининг тенглашишига ёки тўғри ва тесқари реакциялар тезликларининг узаро тенглашишига *кимёвий мувозанат* дейилади.

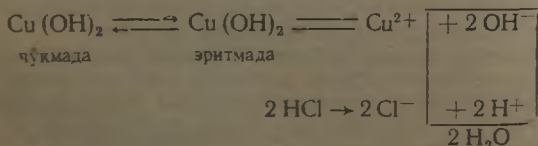
Мисол тариқасида мис (II) гидроксиднинг кислота-ларда эришини олайлик:



Содир бўлаётган жараёни электrolитик диссоци-ланиш нуқтаи назаридан қараб чиқиш учун, аввало, мутлақо эримайдиган моддаларнинг бўлмаслигини ҳи-собга олиш керак. Шу сабабли, «эримайдиган» модда чўкмаси устида турган ҳар қандай суюқлик шу модда-нинг тўйинган эритмасидан иборат бўлади. Оғир ме-талларнинг гидроксидлари молекуляр панжаралар ҳо-сил қилиши ва бу гидроксидлар эриганда, уларнинг мо-лекудалари эритмага ўтиши ва бир қадар ионларга диссоциланиши кузатилади. Бу ҳолда мис (II) гидрок-сиднинг тўйинган эритмасида ўзаро боғланган иккита мувозанат бўлади: булардан бири — чўкма билан эрит-мага ўтган $\text{Cu}(\text{OH})_2$ молекудалари орасидаги мувозан-ат ва иккинчиси эса ўша молекудалар билан улардан ҳосил бўлган ионлар орасидаги мувозанат:



Мис (II) гидроксидга кислота таъсир этганда гид-роксид ионлари — кислотанинг водород ионлари билан боғланиб, сувнинг диссоциланмаган молекудаларини ҳосил қилади. Гидроксид ионларининг камайиши нати-жасида, мувозанат (2) дарҳол бузилади ва $\text{Cu}(\text{OH})_2$ нинг янги молекудалари диссоциланади, бу эса, ўз нав-батида, мувозанат (1) нинг бузилишига ва чўкманинг бир қисмини эритмага ўтишига сабаб бўлади. Диссоци-ланиш натижасида ҳосил бўлган гидроксид ионлари яна водород ионлари билан бирикади ва ҳоказо. Бу жараён кислота етарли миқдорда бўлса, чўкманинг ҳаммаси эритмага ўтгунча давом этаверади. Рўй бера-диган ҳамма ҳодисаларни қуйидаги схема тарзида кўр-сатиш мумкин:



Эритмаларда содир бўладиган жараёнлар чўкма ҳолидаги модда, унинг эритмага ўтган молекулалари ва шундай молекулаларнинг диссоциланиши натижасида ҳосил бўлган. Ионлар орасидаги умумий мувозанат ҳолати билан чамбар-час боғланган. Бу мувозанат ҳолатига температура, босим ва заррачалар (молекула ёки ионлар) концентрациясининг ўзгариши таъсир кўрсатади, бу таъсирни 1884 йилда Ле-Шателье принципи шаклида ифодалади:

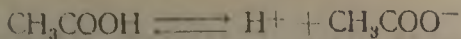
Мувозанат ҳолатидаги системага ташқи куч (концентрация, босим, температура) таъсир этса системада шу кучни енгиш томонига олиб келадиган жараёнлар пайдо бўлади.

Юқорида келтирилган мисолда эритмага кислота қўшилганда $\text{Cu}(\text{OH})_2$ дан ҳосил бўлган OH^- ионлари протон билан бирикади ва мувозанат H^+ ионларини камайтирадиган — сув ҳосил бўладиган реакция томон силжийди, натижада $\text{Cu}(\text{OH})_2$ нинг чўкмадан эритмага ўтиш жараёни кучаяди. Агар эритмага OH^- ионларига бой бўлган ишқор эритмаси қўшилса, системада OH^- ионлар концентрацияси камаяди мувозанат $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ҳосил бўладиган реакция томонига силжийди.

2.2. ЧҶКМАЛАР ҲОСИЛ БЎЛИШИ БИЛАН БОРАДИГАН РЕАКЦИЯЛАР

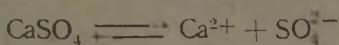
Кўпчилик моддаларнинг сувда ва бошқа эритувчиларда эрувчанлиги маълум чегарага эгадир. Шунинг учун ҳам, ион алмашилиш реакцияларида кимёвий мувозанат чўкма ҳосил бўлиш томонига силжийди. Температуранинг ўзгариши кимёвий мувозанатда турган системадаги кучсиз электролитларнинг эрувчанлигини кўтариши ёки камайтириши мумкин. Электролит эритмаларида концентрациянинг ўзгариши асосий роль ўйнайди, кимёвий мувозанатни маълум бир томонга силжитади.

Эритмадаги ионлардан бирининг концентрацияси ўзгарганда ҳам мувозанат худди шу тариқа бузилади: бирор ионнинг концентрацияси ортганда, мувозанат диссоциланмаган молекулалар ҳосил бўлиш томонига силжийди, шу билан бирга айна вақтда бошқа ионнинг концентрацияси ҳам камаяди. Бунинг аксича, ионлардан бирининг концентрациясининг камайиши молекулаларнинг диссоциланишига сабаб бўлади. Масалан,



теглама бўйича диссоциланадиган сирка кислота CH_3COOH эритмасига шу кислотанинг кўп сондаги CH_3COO^- ионларига эга бўлган тузи эритмаси қўшилса, диссоциланиш мувозанати чапга силжийди, яъни сирка кислотанинг диссоциланиш даражаси камаяди. Бундан, кучсиз электролит эритмасига бир исмли ионларни қўшиши шу электролит диссоциланиш даражасининг пайсишига сабаб бўлади, деган хулосага олиб келади. Акенича, ионлардан бирининг концентрацияси камайса, электролит молекулаларининг янги миқдори диссоциланади. Масалан, юқорида айтилган кислота эритмасига гидроксид ионлари киритилса, водород ионларининг боғланиши натижасида кислотанинг диссоциланиш реакцияси ўнг томонга силжийди.

Электролитнинг тўйинган эритмасида мувозанатнинг силжишини яна бир мисолда кўриб чиқамиз. Кучли электролитлар, масалан, кристаллари ионлардан тузилган тузлар эритилганда, эритмага фақат айрим ионлар ўтади. Демак, тўйинган эритмадаги мувозанат ҳам эритмага ўтган ионлар билан эрийдиган модданинг қаттиқ фазаси ўртасида, аниқроқ айтганда, эритмадаги эркин ионлар билан туз кристаллидаги боғланган ионлар ўртасида қарор топади. Масалан, кальций сульфат CaSO_4 нинг тўйинган эритмасида қуйидагича мувозанат бўлиши мумкин:



қаттиқ тузнинг
боғланган ионлари

Ана шу гетероген мувозанатга массалар таъсири қонунини татбиқ қилиб, қаттиқ фаза концентрацияси мувозанат константасининг ифодасига кирмаслигини назарда тутсак, қуйидаги тенгламани ёзишимиз мумкин:

$$K = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

Шундай қилиб, кам эрийдиган электролитнинг тўйинган эритмасида шу электролит ионлари концентрацияларининг қўнаймаси айни температурада ўзгармас қатталиқ бўлади. Ана шундай қатталиқ *эрувчанлик қўнаймаси* ($\mathcal{E}K$) деб аталади.

Юқорида ёзилган тенгламани кўпинча қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$\text{ЭК}_{\text{CaSO}_4} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

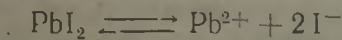
Тегишли электролитнинг эрувчанлигини билгандан кейин, эрувчанлик кўпайтмасининг сон қийматини топиш қийин эмас. Масалан, 20°C да кальций сульфат CaSO_4 нинг эрувчанлиги $1,5 \cdot 10^{-2}$ моль \cdot л $^{-1}$ га тенг, яъни CaSO_4 нинг бир литр тўйинган эритмасида 20°C да $1,5 \cdot 10^{-2}$ моль CaSO_4 бўлади. Ҳар бир молекула CaSO_4 диссоциланганда битта Ca^{2+} иони ва битта SO_4^{2-} иони ҳосил бўлганидан, бу ионлардан ҳар бирининг концентрацияси $1,5 \cdot 10^{-2}$ моль \cdot л $^{-1}$ га тенг бўлади. Бинобарин, кальций сульфатнинг эрувчанлик кўпайтмаси

$$\begin{aligned} \text{ЭК}_{\text{CaSO}_4} &= [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 1,5 \cdot 10^{-2} \cdot 1,5 \cdot 10^{-2} = \\ &= 2,25 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$

бўлади.

Электролитик диссоциланишнинг классик назариясига асосан қилинган бу ҳисоб жуда ҳам аниқ эмас, чунки бунда ионлар орасидаги электростатик кўчларнинг электролит эрувчанлигига таъсир этиши назарга олинган эмас. Агар ана шу таъсир ҳисобга олинса, CaSO_4 учун бундан бирмунча кичик қиймат ҳосил бўлади.

Электролит молекуласида бир хил ионлардан иккита ёки бир нечта бўлса, эрувчанлик кўпайтмаси қийматини ҳисоблаш вақтида шу ионларнинг концентрациясини тегишли даражаларга кўтариш керак. Масалан:



$$\text{ЭК}_{\text{PbI}_2} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^-]^2;$$

Агар кальций сульфатнинг тўйинган эритмасига яхши эрийдиган, бир иони кальций сульфат билан умумий бўлган бошқа электролит, масалан калий сульфат K_2SO_4 қўшилса, қандай ҳодиса рўй беради?

SO_4^{2-} ионларининг концентрацияси ортганидан, эритмадаги мувозанат қаттиқ CaSO_4 ҳосил бўлиш томонига силжий бошлайди. Бошқача айтганда, Ca^{2+} билан SO_4^{2-} ионлари ўзаро бирикиб, CaSO_4 чўкмасини ҳосил қилади ва натижада бу туз реакция соҳадан чиқиб кетади: бу ҳодиса шу ионлар концентрацияларининг кўпайтмаси CaSO_4 эрувчанли-

генинг кўпайтмасига яна тенглашиб олгунча давом этав-
ради.

CaSO_4 нинг тўйинган эритмасига K_2SO_4 нинг кон-
центрланган эритмасидан озгина қўшиб кўрилса, юко-
рида айтилган фикрларнинг тўғри эканлигига ишонч
ҳосил қилиш мумкин: K_2SO_4 эритмаси қўшилиши би-
лан CaSO_4 нинг қўшимча миқдорда оқ кристалл чўк-
маси ҳосил бўлади.

Эрувчанлик кўпайтмаси қондаси кимёвий реакция-
лар вақтида чўкмалар ҳосил бўлишига ёки уларнинг
эриб кетишига алоқадор бўлган кўп масалаларни ҳал
қилишга имкон беради.

Ҳар хил кам эрувчи тузларнинг эрувчанлик кўпайт-
масининг қиймати ҳар хил бўлади:

$$\text{ЭК}_{\text{AgCl}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,56 \cdot 10^{-10}$$

$$\text{ЭК}_{\text{CuS}} = [\text{Cu}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 3,2 \cdot 10^{-38}$$

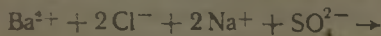
Эрувчанлик кўпайтмаси қондасига асосан агар эритмада
ионлар кинцентрацияси кўпайтмаси эрувчанлик кўпайтмаси
қийматидан юқори бўлса, яъни $\text{ЭК} < [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,56 \times$
 $\times 10^{-8}$ бундай эритмада чўкмалар тушади. Аксинча, эрув-
чанлик кўпайтмасининг қиймати ионлар концентрацияси кў-
пайтмаси қийматидан юқори бўлса, яъни $\text{ЭК} > [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] =$
 $= 1,56 \cdot 10^{-12}$ туз чўкмага тушмайди.

Ион алмашилиш реакцияларини тузишда китобнинг
охирги саҳифаларида берилган III ва IV иловалардан
фойдаланиш мумкин.

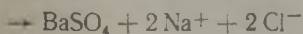
Энди битта чўкма ҳосил бўлиши билан борадиган
реакцияларга мисоллар келтирамиз. Масалан, барий
хлорид эритмаси билан натрий сульфат тузи эритмала-
ри ўртасида борадиган реакцияни кўрсак, бу тузлар
гидратланади: яъни $[\text{Ba}(\text{H}_2\text{O})_n]^{2+}$, $[\text{Cl}(\text{H}_2\text{O})_m]^-$, $[\text{Na}(\text{H}_2\text{O})_p]^{+}$
ва $[\text{SO}_4(\text{H}_2\text{O})_q]^{2-}$. Агар гидратланишни ҳисобга олмай тенг-
ламани ёзсак, у ҳолда:



Реакцияда қатнашувчи моддалар кучли электролит-
лар бўлганлиги учун улар эритмада ион ҳолда бўла-
дилар, шунинг учун ҳам тенгламанинг чап томонини
ионли ҳолда ёзамиз:

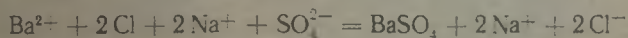


Ba^{2+} ва SO_4^{2-} ионлари ўзаро бир-бири билан бирикиб, сувда эримайдиган кристалл чўкма $BaSO_4$ ни ҳосил қиладилар. Аммо Na^+ иони билан Cl^- билан ўзаро бирикиб, чўкма ҳосил қилаолмайдилар, чунки улар кучли электролит бўлганлиги ва сувда яхши эриганлиги учун эритмада ион ҳолда қоладилар. Шунинг учун ҳам, тенгламанинг ўнг томонига қуйидагича ёзиш мумкин:



Барий сульфат Ba^{2+} ва SO_4^{2-} ионлари ўртасидаги кимёвий боғланиш уларнинг гидратланган молекулалари ўртасидаги боғланишга нисбатан анча мустаҳкамдир. Шунингдек $BaSO_4$ эрувчанлиги жуда паст ($1 \cdot 10^{-8}$) моль \cdot л $^{-1}$ га тенг, хлорид ва нитрат кислотада эримайди. Аксинча, $NaCl$ эрувчанлиги юқори ($5,8$ моль \cdot л $^{-1}$) барий сульфат эрувчанлиги натрий хлорид эрувчанлигига нисбатан $5,8 / 0,00001 = 580000$ марта камдир.

Кўрилаётган тенглама тўлиқ моддаларнинг массалари ва энергияларининг сақланиш қонунига бўйсунганлиги учун тенгламада қўйилган (\rightarrow) белгиси ўрнига ($=$) тенглик белгисини қўйиш мумкин. У ҳолда:



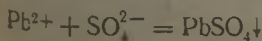
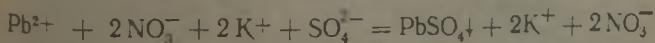
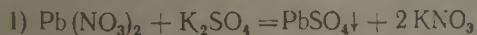
Na^+ ва Cl^- ионлари реакция вақтида ҳеч қандай ўзгаришга эга бўлмайди. Натижада $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4$ ҳосил бўлиб, Na^+ ва Cl^- ионлари эркин ҳолда ўзгаришсиз эритмада қоладилар.

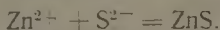
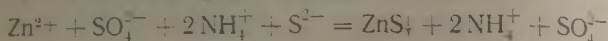
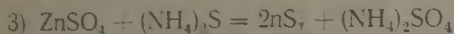
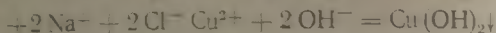
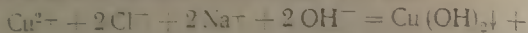
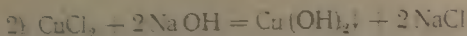
Барий сульфат эрувчанлик кўпайтмасининг қиймати:

$$EK_{BaSO_4} = [Ba^{2+}] [SO_4^{2-}] = 1,08 \cdot 10^{-10}$$

Барий сульфатнинг эрувчанлиги кам бўлгани туфайли, ионларнинг жуда кўп қисми чўкмада ўзаро кимёвий боғланганлиги туфайли, кимёвий мувозанат қарийб юз фоиз ўнг томонга сурилиб, реакция қайтмас ҳолга келади.

Бошқа хил чўкмалар ҳам шу тарзда ҳосил бўлади:





2.3. ГАЗ АЖРАЛИБ ЧИҚИШИ БИЛАН БОРАДИГАН РЕАКЦИЯЛАР

Ионли реакциялар пайтида қуйидаги газлар ҳосил бўлиши мумкин: H_2S , H_2Se , H_2Te , NH_3 , PH_3 , AsH_3 , CH_4 , SiH_4 , NO , NO_2 , CO , CO_2 , O_2 , HF , HCl ва бошқалар.

Эритмалардан газларнинг ажралиб чиқиши реакцияга киришаётган моддаларнинг концентрациясига, электrolитларнинг эрувчанлиги ва диссоциланиш константасига боғлиқ бўлади. Газларнинг эрувчанлиги, суюқлик ёки қаттиқ моддаларнинг эрувчанлигидан ўзларининг парциал босимларига боғлиқлиги билан фарқ қилади. Бу тўғрида Генри қонуни мавжуд. *Маълум ҳажм суюқликда эриган газнинг оғирлик миқдори ўша газ босимига тўғри пропорционалдир.* Масалан, 100 г сувда 0°C да нормал босимда 0,335 г ва босим икки баравар оширилганда 0,670 г карбонат ангидрид эрийди.

Агар суюқлик устида бир неча газдан иборат аралашма бўлса, бу газларнинг ҳар бирининг эрувчанлиги

4-жадвал

Газларнинг сувда эрувчанлиги

Газлар	Газнинг 100 мл сувда эрувчанлиги, мл ҳисобида	
	0°C	20°C
Водород	2,15	1,82
Кислород	4,89	3,1
Азот	2,35	1,54
Карбонат ангидрид	171,0	87,8
Хлор	491,0	226,0
Метан	5,56	3,30

аралашманинг умумий босимига эмас, балки аини газ-нинг парциал босимига боғлиқ бўлади.

Шунинг учун ҳам, Генри қонунига унча кўп бўлмаган ва эритувчи билан ўзаро кимёвий таъсир этмайди-ган газларгина тўла бўйсунди.

Газларнинг сувдаги эрувчанлиги — экзотермик жараён бўлиб, Ле-Шателье принципига асосан температура-нинг кўтарилиши газларнинг эрувчанлигини паса-йишига олиб келади.

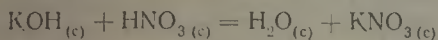
2.4. КУЧСИЗ ЭЛЕКТРОЛИТЛАР ҲОСИЛ БУЛИШИ БИЛАН БОРАДИГАН РЕАКЦИЯЛАР

Кимёвий мувозанатнинг силжиши баъзан кучсиз электролитлар ион ҳолатдаги H^+ нинг ҳосил бўлиши билан, сув, кучсиз кислота ёки асослар кўп негизли кислоталарнинг нордон қолдиқлари ҳосил бўлиши билан боради.

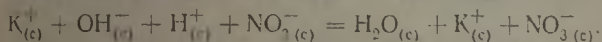
Кучсиз электролитлар ҳар хил усуллар билан олиниши мумкин.

Мисоллар келтирамиз:

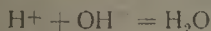
1. Кислота ва асосларнинг ўзаро таъсири натижа-сида:



Агар тенгламани ион-молекуляр ҳолда ёзсак:

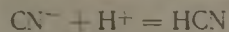
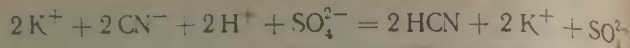
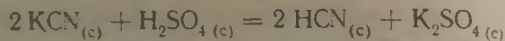


Тенгламадан кўришиб турибдики, эритмада K^+ ва NO_3^- ионлари ўзгаришсиз қолади, аммо реакцияга қатнашган ион-лар H^+ ва OH^- бўлганлиги учун кучсиз электролит H_2O ҳосил бўлади:



H^+ ва OH^- ионларидан сувнинг ҳосил бўлиши қай-тар жараён, аммо сув кучсиз электролит бўлганлиги учун ($K=1,8 \cdot 10^{-16}$) кимёвий мувозанат тўлиқ ўнг то-монга, яъни сув молекуласи ҳосил бўлиши томонига силжиган.

2. Сульфат кислота билан калий цианид эритмаси ўзаро реакцияга киришиб, кам диссоциланувчи HCN ни ҳосил қилади:

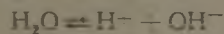


$$K_{\text{HCN}} = 4,9 \cdot 10^{-10}$$

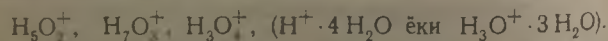
Мувозанат тўлиқ чапдан ўнга силжийди. Юқордаги мисол асосида шундай хулосага келиш мумкин. Кучли кислоталар кучсиз кислоталарни уларнинг тузлари таркибидан сиқиб чиқаради. Шунингдек, кучли асослар кучсиз асосларни сиқиб чиқаради.

2.5 СУВНИНГ ЭЛЕКТРОЛИТИК ДИССОЦИЛАНИШИ

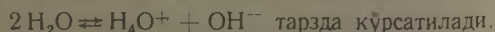
Дистилланган тоза сув электр токини ўтказмайди. Лекин тажрибаларнинг кўрсатишича сув жуда кам бўлсада, электр токини ўтказиши мумкин. Демак у кучсиз электролит ва жуда оз бўлса ҳам диссоциланиб, H^+ ва OH^- ионларига ажралади:



Сувнинг диссоциланишидан ҳосил бўлган H^+ (протон) дарҳол бир молекула сув билан бирикиб, H_3O^+ (гидроксоний) ионини ҳосил қилади. Бундан ташқари, водород ионининг бошқа гидратланган шакллари ҳам мавжуддир:



Шуниг учун ҳам, сувнинг электролитик диссоциланиши аниқроқ



Шундай қилиб, сувнинг диссоциланишидан ҳосил бўладиган H^+ ва OH^- ионлари концентрациясини тоза сувнинг электр ўтказувчанлигини ўлчаб ҳисоблаб топish мумкин.

Сувнинг диссоциланишига массаларнинг сақланиш қонунини татбиқ этиб, унинг диссоциланиш мувозанат константасини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} \text{ ёки } K \cdot [\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

Сувнинг электр ўтказувчанлиги ўлчаниб, унинг диссоциланиш даражаси ҳисоблаб топилган. 22°C да 1 л

сувда бир моль миқдордаги сувнинг $1/10000000$ қисми, яъни 1 л сувда 10^{-7} моль H_2O диссоциланган бўлади. Тахминан, ҳар 556000000 молекула сувнинг бир молекуласи ионланган дейиш мумкин.

Бир молекула сувдан битта H^+ ва битта OH^- ҳосил бўлса, 1 л сувда 10^{-7} моль H^+ ва 10^{-7} моль OH^- ҳосил бўлади. Шундай қилиб 1 л сувда:

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \text{ бўлади.}$$

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} \text{ тенгламадан } 22^\circ\text{C} \text{ да}$$

$K = 1,8 \cdot 10^{-16}$ га тенг бўлганлиги учун, сувда диссоциланмаган молекулалар сони $[\text{H}_2\text{O}]$ ва $[\text{OH}^-]$ га нисбатан гоят кўп бўлгани учун H_2O ни ўзгармас миқдор деб, 1 л сувда $1000/18 = 55,56$ моль сув бор дейиш мумкин. Унда:

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K \cdot [\text{H}_2\text{O}] = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56$$

Чап томондаги $[\text{H}^+]$ билан $[\text{OH}^-]$ кўпайтмаси ўзгармас қийматга тенг бўлади. Бу константа сув ионлари кўпайтмаси дейилади ва $K_{\text{H}_2\text{O}}$ ҳолида ёзилади.

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_{\text{H}_2\text{O}} = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 = 1 \cdot 10^{-14}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-14} = 10^{-7}$$

Шундай қилиб, 1 л сувда $[\text{H}^+]$ ҳам $[\text{OH}^-]$ ҳам 10^{-7} моль $\cdot \text{л}^{-1}$ бўлади. Турли усуллар билан топилганда ва ҳисобланганда ҳаммиша бир натижа, яъни деярли 10^{-7} олинади. Демак, 22°C да сувнинг ионлар кўпайтмаси 10^{-14} га тенг бўлиб, шу температурада ўзгармас миқдордир.

Температура кўтарилиши билан сувнинг диссоциланиши кучаяди, шу сабабдан $K_{\text{H}_2\text{O}}$ ҳам орта боради. 100°C да $58,2 \cdot 10^{-14}$ бўлади.

Шундай қилиб, тоза сувда $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$; H^+ ва OH^- концентрациялари эса тенг; шунинг учун сув нейтрал моддадир; сувли эритмаларда H^+ ва OH^- концентрациялари ўзгариши мумкин, лекин уларнинг кўпайтмаси ўзгармайди. Агар бирор модда сувда эритилганда H^+ ва OH^- концентрациялари тенг бўлса, бу эритма нейтрал бўлади. Сувга бирор кислота қўшилса, унда H^+ нинг концентрацияси ошиб кетади. Лекин H^+ ва OH^- концентрацияларининг кўпайтмаси ўзгармас бўлгани учун H^+ концентрацияси кўпайганда OH^- кон-

центрациясы камайди. Бунда H^+ нинг концентрацияси 10^{-7} дан ортиқ бўлади. Бундай эритмани кислотали муҳитга эга дейилади. Масалан, сувга водород ионлари концентрацияси $1 \cdot 10^{-2}$ бўлгунча кислота қўшиб борилса, OH^- иони концентрацияси пасайиб, H^+ иони концентрацияси ортиб боради:

$$[OH^-] = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1 \cdot 10^{-2}} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}.$$

Аксинча, сувга ишқор ёки асос қўшилса, унда OH^- нинг концентрацияси ортади, H^+ нинг концентрацияси эса камаёди. Аммо буларнинг кўпайтмаси 10^{-14} га тенглигича қолади. Асослар эритмаларида OH^- нинг концентрацияси 10^{-7} дан ортиқ бўлади. Умуман, OH^- концентрацияси 10^{-7} дан ортиқ ҳар қандай эритманинг муҳити асосли бўлади. Бундай эритмани ишқорий муҳитга эга дейилади. Масалан, сувга гидроксид ионлари концентрацияси $1 \cdot 10^{-3}$ бўлгунча ишқор қўшиб борилса, H^+ иони концентрацияси пасаяди ва OH^- нинг концентрацияси ортиб боради:

$$[H^+] = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1 \cdot 10^{-3}} = 1 \cdot 10^{-11} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}.$$

Агар сувли эритмаларда $[H^+]$ ионларининг концентрациялари аниқ бўлса, сувнинг ион кўпайтмалари асосида $[OH^-]$ ионларининг концентрацияларини топиш мумкин. Шунингдек сувнинг кўпайтмаси асосида ва водород ионлари ёрдамида ҳар қандай реакциянинг муҳитини аниқлаш мумкин:

$[H^+] = 1 \cdot 10^{-7}$ — нейтрал муҳит;

$[H^+] > 1 \cdot 10^{-7}$ — кислотали муҳит ёки $1 \cdot 10^{-6}$; $1 \cdot 10^{-5}$;

$[H^+] < 1 \cdot 10^{-7}$ $1 \cdot 10^{-8}$; $1 \cdot 10^{-9}$; $1 \cdot 10^{-10}$ ишқорий муҳит.

Кучли кислота эритмада қарийб тўла диссоцилангани учун, эритмадаги H^+ ионининг концентрацияси кислотанинг моляр концентрациясига, шунингдек кучли ишқор эритмасида OH^- ионининг концентрацияси ишқорнинг моляр концентрациясига тенгдир.

Шундай қилиб, кислоталарнинг эритмаларида ҳам OH^- ионлари бор, лекин уларнинг сони H^+ ионларидан кам бўлади; ишқорларнинг эритмаларида ҳам H^+ ионлари бор, лекин OH^- ларига нисбатан оздир. Юқорида айтилганларга кўра:

нейтрал муҳитда $[H^+] = [OH^-]$.

кислотали муҳитда $[H^+] > [OH^-]$.

Ишқорий муҳитда $[H^+] < [OH^-]$.

Агар эритмада $[H^+] = 10^{-13}$ бўлса, OH^- ни ҳисоблаш мумкин: $[OH^-] = 10^{-11}$, бу муҳит кислотали муҳитдир. Агар эритмада $[H^+] = 10^{-9}$ бўлса, $[OH^-] = 10^{-6}$ бўлади, бу муҳит ишқорийдир.

Бундай кичик сонларни ишлатиш ноқулай бўлганидан, H^+ ионлари концентрацияси ўнлик логарифмининг манфий қиймати ишлатилади ва у қисқача рН билан белгиланади. рН кўпинча *водород кўрсаткичи* деб аталади.

«Водород кўрсаткичи» деган тушунчани 1909 йилда Даниялик кимёгар Серенсен киритган эди: «р» ҳарфи — данияча *potenz* — математикада даража сўзининг бош ҳарфи, Н — ҳарфи водород символидир.

$$pH = -\lg [H^+]$$

Масалан, нейтрал муҳитда $[H^+] = 10^{-7}$ бўлади. Унда $pH = -\lg 10^{-7} = -(-7) = 7$ бўлади.

Бирор эритмада $[H^+] = 10^{-3}$ бўлса, $pH = -\lg 10^{-3} = -(-3) = 3$ бўлади, бу эритманинг муҳити кислотали муҳитдир.

Эритмада $[H^+] = 10^{-9}$ бўлса, $pH = -\lg 10^{-9} = -(-9) = 9$ бўлади, бу эритманинг муҳити ишқорийдир.

Шундай қилиб,

$pH = 7$ нейтрал муҳит

$pH < 7$ кислотали муҳит

$pH \geq 7$ ишқорий муҳит.

Бирор эритмада $pH = 5$ бўлса, $pOH = 9$ бўлади. Агар икки эритманинг рН қийматлари 2 ва 5 га тенг бўлса, биринчи эритманинг кислоталиги кучлироқ, бошқаларида $pH = 8$ ва 12 бўлса, иккинчи эритманинг ишқорийлиги кучлироқдир.

Кимёвий реакцияларни ўрганишда реакция муҳити, яъни водород кўрсаткичи (рН) катта аҳамиятга эга. Кўпгина кимёвий реакциялар муайян рН да боради.

Водород ионларининг концентрацияси, рН катталиги ва эритманинг муҳити орасидаги боғлиқликни қуйидаги схема тарзида анча яққол ифодалаш мумкин:

рН ни аниқлашнинг жуда кўп усуллари мавжуд. Кўпинча реакция муҳити ҳар хил индикаторлар ёрдамида аниқланади. Индикаторлар $[H^+]$ ва $[OH^-]$ лар-

[H⁺] "мол/л"

10⁰ 10¹ 10² 10³ 10⁴ 10⁵ 10⁶ 10⁷ 10⁸ 10⁹ 10¹⁰ 10¹¹ 10¹² 10¹³

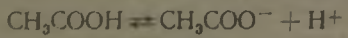
"муҳитнинг кислоталиги ортади" муҳитнинг "кислоталиги"

pH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	кучли кислотали муҳит			кучсиз кислотали муҳит			нейтрал муҳит	кучсиз щелковий муҳит			кучли щелковий муҳит			

нинг миқдорига қараб, ўз рангларини ўзгартириб турувчи реактивлардир. Масалан, фенолфталеин нейтрал муҳитда рангсиз, ишқорий муҳитда эса қизил — бинафша рангга бўялади. Ана шундай индикаторлардан: метилоранж, метилрот деган жуда кўп индикаторлар мавжуддир.

2.6. ИОНЛИ КИМӨВИЙ МУВОЗАНАТНИНГ СИЛЖИШИ

Кучсиз электролитларнинг эритмаларида ионли кимөвий мувозанат ҳам бошқа кимөвий мувозанатлар каби маълум бир ҳолатда ўзгармай тураверади. Агар Ле-Шателье принципи бўйича мувозанатда турган системага четдан бирор ион киритилса, кимөвий мувозанат маълум бир томонга йўналади. Кучсиз электролит эритмаларида кимөвий мувозанат рўй берганда, эритмага сув қўшиш, унинг диссоцилланишини оширади ёки эритмадаги бирор ионнинг концентрациясини ошириш ҳам кимөвий мувозанатнинг силжйишига олиб келади. Масалан, диссоцилланаётган сирка кислота эритмасида кимөвий мувозанат рўй берганда, яъни:



ёки массалар сақланиш қонуни бўйича:

$$K = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} \text{ бўлганда,}$$

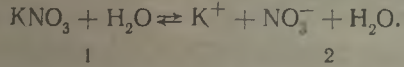
унинг бирор яхши диссоцилланадиган тузи, масалан, CH₃COONa қўшилганда эритмада CH₃COO⁻ концентрацияси ортадиги учун кимөвий мувозанат CH₃COOH нинг ҳосил бўлиш томонига қараб силжийди, CH₃COOH нинг диссоцилланиш даржаси камаяди.

2.7. ГИДРОЛИЗ РЕАКЦИЯЛАРИ

Юқорнда (2.3. қисмда) эритмада кучсиз электролитларнинг ҳосил бўлиши реакция мувозанатини ўнг томонга баён этилган эди. Энди шундай ҳолатлар тузларнинг сувда эриш жараёнида — гидролиз реакцияларида содир бўлишини кўриб чиқамиз.

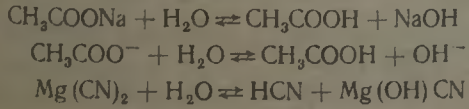
Туз ионлари билан сув ионлари ўртасидаги реакцияга гидролиз дейилади. Гидролизга тузлар, углеводлар, оксиллар, эфирлар ва ёғлар учрайдилар. Гидролиз асосан электролитик диссоцилланиш бўйича туз ва сув ионларининг ўзаро бир-бири билан таъсири натижасида рўй бериб, гидролиз реакциясида янги кислоталар, асослар, шунингдек тузлар ҳам ҳосил бўлади. Гидролиз жараёнида кам эрувчи, кам диссоцилланувчи ёки учувчан моддалар ҳосил бўлиши мумкин. Қуйида биз бир неча хил гидролиз турлари билан танишиб чиқамиз.

1. Кучли асос ва кучли кислотадан ҳосил бўлган тузлар гидролизга учрамайди, уларнинг эритмалари нейтрал муҳитга эгадир. Масалан, сувда KNO₃ эритилганда сувнинг диссоцилланиш кимөвий мувозанати маълум бир томонга силжймайди, чунки K⁺ ва NO₃⁻ ионлари H⁺ ва OH⁻ ионлари билан кам диссоцилланувчи ёки диссоцилландирилган моддаларни ҳосил қилмайдилар. Яъни:



KOH ёки HNO₃ ҳосил бўлмайди, чунки улар тўлиқ диссоцилландир. Кимөвий мувозанат тўлиқ 2-чи реакция томонга, яъни кам диссоцилланувчи H₂O молекуласи ҳосил бўлиш томонига силжйган, KNO₃ нинг гидролизи рўй бермайди, чунки эритмадан на H⁺ иони, на OH⁻ ионини топиб бўлмайди, эритма нейтралдир. Шунингдек NaCl, NaSO₄, NaNO₃ гидролизга учрамайди.

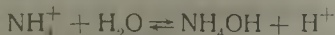
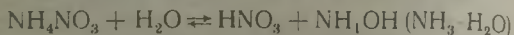
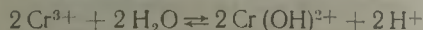
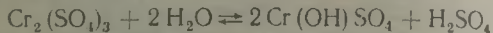
2. Кучли асос ва кучсиз кислотадан ҳосил бўлган тузлар гидролизга учрайдилар, масалан, CH₃COONa, K₂CO₃, K₂S, Na₂S. Чунки бу тузларнинг таркибида кам диссоцилланувчи кислота қолдиқлари мавжуддир:



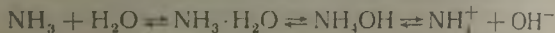


Бундай турдаги тузлар гидролизи туфайли эритма муҳити ишқорий бўлади.

3. Кучсиз асос ва кучли кислотадан ҳосил булган тузлар гидролизга учрайдилар. Ҳосил булган мод. кислота реакциyasi ҳосил қилади. Масалан:

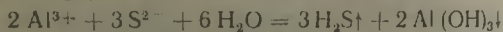
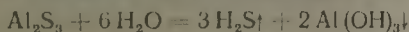


Аммиакли сувда NH_4^+ иони ва OH^- ионининг ҳосил булишини қуйидаги тенглама асосида тушунтириш мумкин:



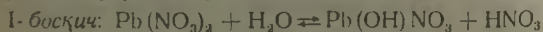
Шунингдек CuCl_2 , AlCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ лар гидролизга учрайдилар.

4. Кучсиз кислота ва кучсиз асосдан ҳосил булган туз гидролизга учрайди, масалан: Al_2S_3 , $\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3$, $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Бу тузларнинг ионлари сув ионлари H^+ ва OH^- билан осон бирикадилар. Шунинг учун мувозанат кучсиз электролитлар ҳосил булиш томонига қараб силжийди. Бу тузлар гидролиз вақтида кучсиз кислота кучсиз асос ёки асосли туз ҳосил қиладилар. Масалан:



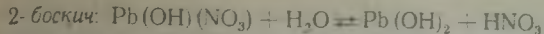
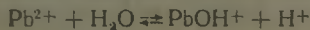
Босқичли гидролиз

Кўп валентли катион ва кучсиз кислота ёки кўп валентли кучсиз кислота аниони сақлаган тузлар **босқичли** гидролизга учрайдилар. Масалан: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$



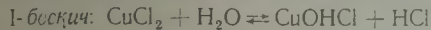
қўрғошин (II)
гидроксонитрат

ёки $\text{Pb}^{2+} + 2 \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{PbOH}^+ + \text{NO}_3^- + \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$
агар тенгламанинг ҳар иккала томонидаги ўхшаш ионларни қисқартириб ёзсак, у ҳолда:



ёки $\text{PbOH}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{OH})_2 + \text{H}^+$ бу босқич жуда оз содир бўлади. Реакция муҳити кислотали, $\text{pH} < 7$.

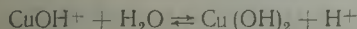
CuCl_2 гидролизи ҳам худди шунга ўхшаш ҳолда боради:



ёки

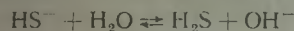
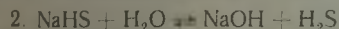
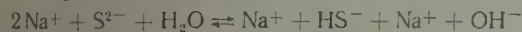
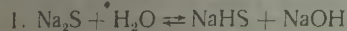


Гидролиз иккинчи босқичда анча паст даражада боради:



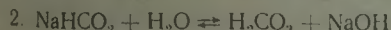
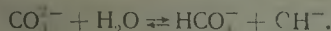
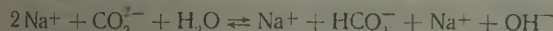
Шундай қилиб, кучсиз асос ва кўп валентли кислота анионларидан тузилган туз гидролизи кўпинча I-босқич асосида боради.

Кучли асос ва кўп негизли кучсиз кислотадан ҳосил булган туз гидролизи ҳам босқичма-босқич боради:



Бу ҳолда ҳам иккинчи босқич деярлик бормади, реакция муҳити ишқорий $\text{pH} > 7$.

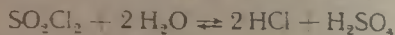
Na_2CO_3 гидролизи ҳам босқичма-босқич боради:



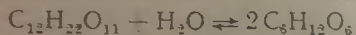
Лекин, юқорида айтилгандек, иккинчи босқич эритмада OH^- ионлари йиғилиб қолиши ҳисобига мувозанат сезиларли даражада чап томонга силжийди.

Тузларнинг бундай гидролизи пайтида OH^- иони кон-
центрацияси ортади. Натижада реакция муҳити
булади, $\text{pH} > 7$.

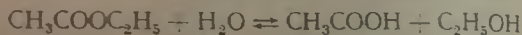
PCl_3 , PCl_5 , PBr_3 , SO_2Cl_2 ва бошқа галогидангидридлар-
нинг гидролизи кўпинча икки хил кислота ҳосил бўлиши
билан боради:



Полисахаридларнинг гидролизи моносахаридларнинг ҳосил
бўлиши билан боради:



Этил эфирининг гидролизи сирка кислота ва этил спир-
ти ҳосил бўлиши билан боради:



2.8. ГИДРОЛИЗЛАНИШ КОНСТАНТАСИНИ ВА ГИДРОЛИЗЛАНИШ ДАРАЖАСИНИ АНИҚЛАШ УСУЛЛАРИ

Гидролиз жараёнининг муҳим тавсифларидан бири
гидролизланиш константаси ва гидролизланиш дара-
жасидир.

Кўпчилик тузлар гидролизланганда гидролиз маҳ-
сулоти маълум миқдорда ҳосил бўлгандан кейин гидро-
лизланиш тўхтайтиди, яъни гидролизланмаган туз мо-
лекулалари билан гидролиз маҳсулоти орасида ҳара-
катчан мувозанат вужудга келади. Шунинг учун тузлар
гидролизи қайтар кимёвий жараён сингари массалар
таъсири қонунига бўйсунди ва ундаги мувозанат кон-
стантаси гидролизланиш константаси дейилади.

Кучли асос ва кучсиз кислотадан ҳосил бўлган туз
нинг гидролизи, маслан, $\text{KCN} + \text{HON} \rightleftharpoons \text{KOH} + \text{HCN}$ ми-
солида гидролиз константасини куриб чиқайлик.

Сувнинг концентрациясини ўзгармас қиймат де-
қабул қилиб, уни ёзмасак, юқоридаги қайтар жараён-
нинг мувозанат константаси қуйидагича ифодаланади:

$$K_{\text{гидр.}} = \frac{[\text{HCN}][\text{OH}^-]}{[\text{CN}^-]}$$

Суюлтирилган эритмаларда сувнинг концентрацияси
ўзгармас бўлганлиги учун унинг сон қийматини қуйидаги
ёзиш мумкин:

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_{\text{сув}} = 10^{-14} \text{ буьдан } \text{OH}^- = \frac{K_{\text{сув}}}{[\text{H}^+]}$$

Юқоридаги мувозанат константаси тенгламасидаги $[\text{OH}^-]$
ўрнига $K_{\text{сув}}/[\text{H}^+]$ қийматини қўйиб қуйидаги ифодани ҳосил
қиламиз:

$$K_{\text{гидр.}} = \frac{[\text{HCN}] \cdot K_{\text{сув}}}{[\text{CN}^-] \cdot [\text{H}^+]}$$

$\frac{[\text{HCN}]}{[\text{CN}^-][\text{H}^]}$ катталиқ цианид кислотанинг диссоцилланиш
константасини тескари қиймати бўлганлиги учун $\frac{1}{K_{\text{кисл.}}}$
куринишида ёзамиз, у вақтда

$$K_{\text{гидр.}} = \frac{K_{\text{сув}}}{K_{\text{кисл.}}}$$

Кучли кислота ва кучсиз асосдан ҳосил бўлган туз-
нинг гидролизланиш константасини юқоридаги усулга
асосланиб топиш мумкин:

$$K_{\text{гидр.}} = \frac{K_{\text{сув}}}{K_{\text{асос}}}$$

Агар гидролиз анион ва катионлар иштирокида борса,
у вақтда

$$K_{\text{гидр.}} = \frac{K_{\text{сув}}}{K_{\text{кисл.}} \cdot K_{\text{асос}}}$$

Гидролизланган туз молекулалари сонининг эритил-
ган туз молекулалари сонига бўлган нисбатига тузнинг
гидролизланиш даражаси дейилади ва у h ҳарфи билан
белгиланади.

Гидролизланиш даражаси кучсиз электролитларнинг
диссоцилланиш даражасига ўхшайди. Шунинг учун су-
юлтириш қонуни тенгламасидан фойдаланиб тузнинг
гидролизланиш даражасини қуйидагича ифодалаш мум-
кин:

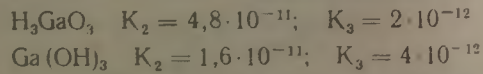
$$K_{\text{гидр.}} = \frac{h^2 \cdot c_{\text{туз}}}{(1-h)}$$

Қуйидаги 5-жадвалда баъзи бир тузларнинг гидро-
лизланиш даражаси h ва pH қийматлари берилган.

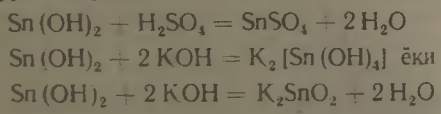
Туз	h, %	pH	Гидролиз реакциясининг ионли тенгламаси
NH ₄ Cl	0,007	5,3	NH ₄ ⁺ + H ₂ O ⇌ NH ₃ OH + H ⁺
CH ₃ COONH ₄	0,5	7,0	CH ₃ COO ⁻ + NH ₄ ⁺ + H ₂ O ⇌ CH ₃ COOH + NH ₃ OH
KCN	1,2	11,1	CN ⁻ + H ₂ O ⇌ HCN + OH ⁻
Na ₃ PO ₄	34,0	12	PO ₄ ³⁻ + H ₂ O ⇌ HPO ₄ ²⁻ + OH ⁻ HPO ₄ ²⁻ + H ₂ O ⇌ H ₂ PO ₄ ⁻ + OH ⁻

2.9. АМФОТЕР ЭЛЕКТРОЛИТЛАР

Баъзи бир гидроксидлар ҳам асос ҳам кислота хоссаларини намоён қиладилар. Ана шундай гидроксидлар амфотер гидроксидлар деб аталади. Бундай гидроксидларга: Zn(OH)₂, Al(OH)₃, Ga(OH)₃, Cr(OH)₃, Pb(OH)₂, Sn(OH)₂, Sb(OH)₃ ва бошқаларни келтириш мумкин. Масалан, галлий гидроксидининг диссоциланиш константаси:



Амфотер гидроксиднинг кислота ва ишқор билан реакциясини кўриб чиқамиз:



3. КООРДИНАЦИОН БИРИКМАЛАР

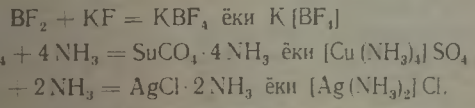
3.1. КОМПЛЕКС ИОНЛАРНИНГ ҲОСИЛ БУЛИШИ БИЛАН БОРАДИГАН РЕАКЦИЯЛАР

Оддий турдаги ионли ёки ковалент боғланишли бирикмалардан ташқари, нейтрал бирикмаларнинг узара бириктишидан ҳосил бўладиган координацион (донор-акцептор) боғланишли мураккаб, юқори тартибли молекуляр бирикмалар ҳам мавжуд.

Молекуласи таркибида комплекс ионлар бўлган бирикмалар комплекс бирикмалар деб аталади. Улар

сферада комплекс ҳосил қилувчи ион (марказий атом) ва у билан бевосита бириккан молекулаларнинг атомлари кўпинча лиганд деб аталадиган заррачалардан тuzилган бўлади.

XX асрда кўплаб янги кимёвий бирикмалар ажратиб олиниши ва уларнинг тузилишини ўрганилганда, улар оддий бирикмаларга ўхшаш валентлик қоидаларига тўғри келмайдиган кимёвий боғланишларга эга эканлиги маълум бўлди. Кўнчилик элементлар бошқа элементлар билан координацион боғ ҳосил қилиши ва шу асосда мураккаб — координацион бирикмалар келиб чиқиши тушунтирилди. Комплекс ҳосил қилувчи ионлар валентлик қоидаси бўйича эмас, балки ўзларига хос координациялаш хоссалари асосида турли хил заррачаларни атрофларига тўплаб мустаҳкам боғлар ҳосил қилиши мумкин. Масалан, металлларнинг карбонилли бирикмалари: Fe(CO)₅, Cr(CO)₆ ва, шунингдек аммиакли бирикмаларида валентлик асосида бир-бири билан боғланмай, балки C ва N атомлари ва CO, NH₃ молекулаларида тақсимланмаган, яъни эркин электронлар ҳисобига боғланиши мумкинлиги аниқланди. Масалан:



Бу мисолларда [BF₄]⁻, [Cu(NH₃)₄]²⁺, [Ag(NH₃)₂]⁺ ионлар ички сфера, улардаги B, Cu, Ag — марказий атомлар, F, NH₃ лар лигандлар, улардаги 4 ва 2 — координацион сонлардир.

Марказий атом билан бириккан лигандлар сонига комплекс бирикманинг координацион сони дейилади. Кўпинча марказий атомнинг валентлиги билан координацион сон катталиги орасида оддий муносабат бор: марказий атомнинг валентлиги 1, 2, 3, 4 бўлса, координацион сон 2, 4(6), 6(4), 8(10) бўлиши кўзатилади (қавс ичидаги координацион сонлар кам учрайди). Марказий атом радиуси кичик, лиганд радиуси катта бўлганда координацион сон қиймати камроқ, марказий атом радиуси катта, лиганд радиуси кичик бўлганда координацион сон қиймати катталашини мумкин. Масалан, Al³⁺ ва F⁻ ионлари [AlF₆]³⁻ ни ҳосил қилса, I⁻ билан [AlI₄]⁻ ни ҳосил қилади.

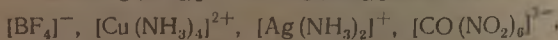
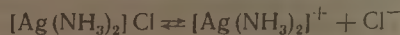
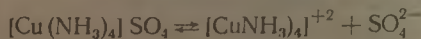
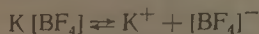
Қуйдаги 6- жадвалда комплекс бирикмалар ҳосил қилувчи металл ионларнинг координацион сонлари берилган.

6- жадвал

Ионлар	Координацион сон	Ионлар	Координацион сон	Ионлар	Координацион сон
Al^{3+}	6 (4)	Cu^+	2	Ni^{2+}	4 ва 6
Zn^{2+}	4 ва 6	Cu^{2+}	4 ва 6	Ni^{3+}	6
Cd^{2+}	4 ва 6	Au^+	2	Co^{2+}	4 ва 6
Hg^{2+}	4	Au^{3+}	4	Co^{3+}	6
Pb^{2+}	4	Pt^{2+}	4	Fe^{2+}	6
Sn^{4+}	6	Pt^{4+}	6	Fe^{3+}	6
Ag^+	2	Mn^{2+}	6	Cr^{3+}	6

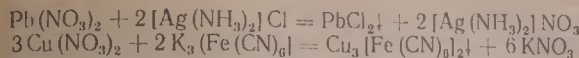
Комплекс бирикмаларни ҳосил қилувчи ионларга жадвалда кўрсатилган металл ионлари билан бир қаторда d -элементларига тааллуқли Mn , Re , Mo каби нейтрал атомлар, шунингдек B^{+3} , Si^{+4} , P^{+5} , S^{+6} , N^{-3} , I^- каби мусбат ва манфий зарядли металлмаслар ионлари кирадилар. Лиғандларга манфий зарядланган (CN^- , CNS^- , NO_2^- , Cl^- , Br^- , I^- , OH^- , CO_3^{2-} , S^{2-} , SO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$), шунингдек қутб-ли молекулалар (NH_3 , H_2O , NO , CO , PH_3 ва органик бирикмалардан C_2H_5OH , $C_2H_5NH_2$, C_6H_5N) ва бошқалар кирди.

Комплекс бирикмалар сувда эритилганда оддий ва мураккаб ионларга диссоциланадилар:



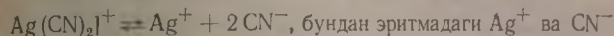
$[PtCl_6]^{2-}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$, $[Fe(CN)_6]^{4-}$ каби ионлар комплекс ионлар деб юритилади.

Ионли реакцияларда комплекс ионлар бир кимёвий бирикма таркибидан бошқа бирикмага ўтса, уларнинг таркиби ёки хоссалари ўзгармайди:



3.2. КОМПЛЕКС БИРИКМАЛАРНИНГ БАҲҚАРОРЛИГИ

Комплекс ионлар сувдаги эритмаларида жуда кучсиз электролитлар сингари оз миқдорда бўлса ҳам оддий ионларга диссоциланадилар. Масалан:



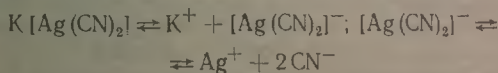
ионларининг концентрацияси жуда кичик бўлганлиги учун мувозанат чап томонга кучли силжиган бўлади. Бу қайтар жараёнга массалар таъсири қонуни татбиқ этилса:

$$K_{\text{дисс.}} = \frac{[Ag^+][CN^-]^2}{[Ag(CN)_2]^+} \text{ бўлади.}$$

Комплекс бирикмаларнинг ионларга ажралиши диссоциланиш константаси, яъни бақарорлик константаси (K_6) билан белгиланади. Юқоридаги тенгламада $[Ag(NH_3)_2]^+$ нинг (Ag^+ ва $2NH_3$) диссоциланиш константаси:

$$K_6 = 9,3 \cdot 10^{-8} \text{ га тенг.}$$

$K [Ag(CN)_2]$ комплекс бирикмасидаги ионнинг диссоциланиши ва бақарорлик константасининг ифодаси қуйидагича ёзилади:



$$K_6 = \frac{[Ag^+][CN^-]^2}{[[Ag(CN)_2]^-]} = 1,1 \cdot 10^{-21}$$

$[Fe(CN)_6]^{3-}$ учун бақарорлик константаси:

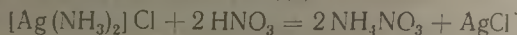
$$K_6 = \frac{[Fe^{3+}][CN^-]^6}{[[Fe(CN)_6]^{3-}]} = 1,26 \cdot 10^{-44}$$

Бақарорлик константа қийматидан кўринаптики, кумуш тетрааммиакат иони анча бақарор комплекс бирикмадир, кумуш цианид эса унга нисбатан $8,5 \cdot 10^{13}$ марта турғун экан.

Қуйидаги 7- жадвалда баъзи бир комплекс бирикмаларнинг бақарорлик константалари келтирилган.

Ион	K_s	Ион	K_s
1	2	3	4
$[AgCl_2]^-$	$9,1 \cdot 10^{-6}$	$[Fe(CN)_6]^{3-}$	$1,26 \cdot 10^{-14}$
$[Ag(NH_3)_2]^+$	$9,3 \cdot 10^{-8}$	$[Fe(SCN)_2]^+$	$4,67 \cdot 10^{-5}$
$[Ag(S_2O_3)_2]^-$	$1,1 \cdot 10^{-13}$	$[HgI_4]^{2-}$	$1,5 \cdot 10^{-39}$
$[Ag(CN)_2]^-$	$1,1 \cdot 10^{-21}$	$[Hg(CN)_4]^{2-}$	$4,0 \cdot 10^{-42}$
$[Cd(CN)_4]^{2-}$	$7,8 \cdot 10^{-18}$	$[Ni(NH_3)_6]^{2+}$	$1,9 \cdot 10^{-9}$
$[Cd(NH_3)_4]^{2+}$	$7,6 \cdot 10^{-8}$	$[Ni(CN)_4]^{2-}$	$1 \cdot 10^{-31}$
		$[Fe(CN)_6]^{4-}$	$1,26 \cdot 10^{-37}$

Комплекс бирикма таркибига кирувчи бирор таркибни қисм концентрациясини пасайиши комплекс бирикманинг парчаланиб кетишига олиб келади, масалан:



чунки кислота таркибидаги водород иони NH_3 билан бирикмиб, NH_4^+ айланганлиги учун кимёвий мувозанат аммиак ҳосил бўлиши томон силжийди. Натижада кумуш иони концентрацияси ошиб, NH_3 концентрацияси камаяди. Эритмада Cl^- ионлари кўплиги туфайли, кумуш ионлари хлор ионлари билан ўзаро бирикмиб, $AgCl$ —оқ чўкма ҳосил қилади. Натижада комплекс бирикма парчаланиб кетади. Яна бир мисол келтирамиз: $NiSO_4$ ва $[Ni(NH_3)_6]SO_4$ эритмаларини KOH эритмаси қуйилса, биринчи эритмада чўкма ҳосил бўлади, аммо иккинчи эритмада чўкма ҳосил бўлмайди. Биринчи эритмада чўкма тушишига сабаб $[Ni^{2+}]$ ва $[OH^-]$ ионларининг концентрациялари кўпайтмаси уларнинг $ЭК_{Ni(OH)_2}$ қийматидан юқори бўлганлиги учун $Ni(OH)_2$ чўкмага тушади. Аммо $[Ni(NH_3)_6]SO_4$ комплекс бирикма SO_4^{2-} ва

$[Ni(NH_3)_6]^-$ ионларга диссоциланади ва оз миқдорда $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ иони $[Ni^{2+}]$ ва NH_3 молекулалари ҳосил бўлади. Эритмада $[Ni^{2+}]$ $[OH^-]$ концентрация кўпайтмалари $ЭК_{Ni(OH)_2}$ қийматидан паст бўлганлиги учун $Ni(OH)_2$ чўкмага тушмайди. Агар $NiSO_4$ ва $[Ni(NH_3)_6]SO_4$ эритмаларига аммоний сульфид эритмаси қуйилса, NiS —қора чўкма ҳар иккала эритмада ҳам ҳосил бўлади, чунки NiS нинг эрувчанлик кўпайтмаси $Ni(OH)_2$ никига қараганда анча паст, яъни $ЭК_{NiS} = 1,4$

$\cdot 10^{-24}$; $ЭК_{Ni(OH)_2} = 1,6 \cdot 10^{-14}$. Демак эритмадаги оз миқдордаги Ni^{2+} нинг бўлиши NiS —қора чўкмени ҳосил бўлишига олиб келади, чунки бу чўкма сувда жуда ёмон эрийди.

3.3. КОМПЛЕКС БИРИКМАЛАР НОМЕНКЛАТУРАСИ

Бу номенклатура бўйича таркибида катион бўлган комплекс бирикмаларни номлашда, аввало, комплекс бирикмадаги лигандлар номига «о» қўшимчаси қўшиб айтилади, масалан: F^- —фторо, Cl^- —хлоро, NO_2^- —нитрато, CN^- —циано, SCN^- —родано, OH^- —гидроксо ва бошқа лигандлар. Агар лигандларнинг сони бирдан ортиқ бўлса, улар юнонча рақамлар ёрдамида саналади: масалан, 2—ди; 3—три; 4—тетра; 5—пента; 6—гекса; 7—гепта; 8—окта; 9—нона ва 10—дека деб юритилади. Сўнгра ички сферада нейтрал молекулалар бўлса, уларнинг номи айтилади, масалан: NH_3 —аммин; NO —нитрозил; H_2O —аква ва бошқалар. Ундан кейин комплекс ҳосил қилувчи ионнинг номи айтилади. Уларни айтишда комплекс ҳосил қилувчи ионларнинг латинча номи айтилади.

Агар комплекс заррача катион ҳолида бўлса, олдин манфий зарядланган лигандлар сони ва номи охирига «о» ҳарфини қўшиб, ундан кейин нейтрал лигандлар сони ва номи айтилади, сўнгра катион, унинг валентлиги ва охирида ташқи сфера аниони айтилади. Масалан, $[Co(NH_3)_4(NO_3)Cl]NO_3$ —хлоронитротетрааммин кобальт (III) нитроит.

$[Al(H_2O)_6]Cl_3$ —гексаакваалюминий (III) хлорид

$[Zn(NH_3)_4]SO_4$ —тетрааминрух (II) сульфат

Комплекс ион анион ҳолида бўлса олдин катион ва кейин комплекс ион юқоридаги тартибда номланади, унинг охирига «ат» қўшимчаси қўшилади. Масалан,

$K[Al(OH)_4]$ —калий тетрагидроксоалюминат (III)

$K[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ —калий трихлораммин платинат (II)

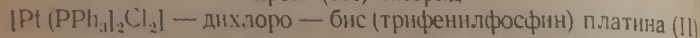
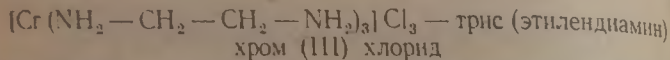
$K_2[Be(SO_4)_2]$ —калий дисульфатобериллат (II).

Нейтрал комплекс бирикмалар шу қондалар асосида ягона сўз билан номланади:

$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ —дихлородиаамминплатина (II)

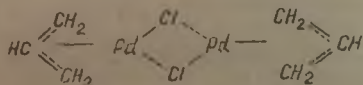
$[Fe(CO)_5]$ —пентакарбонилтемир

Оддий лигандлар сони юнон рақамлари орқали сана-са, мураккаб лигандлар (этилендиамин, трифенилфосфин ва бошқалар) «бис», «трис», «тетракис» перфик-лари ёрдамида номланади.
Масалан:

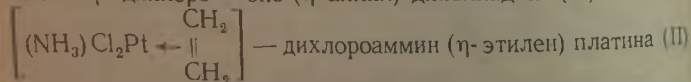


Кўп ядроли комплекс бирикмаларда кўприк лигандлари номида олдин перфике μ , тўйинмаган органик бирик-ма лигандлик вазифасини бажарса перфике η - қўшиб ёзи-лади.

Масалан,



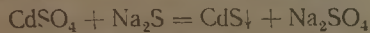
номи — μ -дихлоро — бис (η -аллил) дипалладий (II)



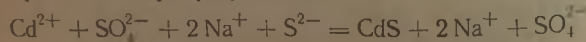
Баъзан рационал номенклатурадан ҳам фойдаланиш мум-кин, масалан: $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ — сариқ қон тузи; $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ — қизил қон тузи; $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ — турнбул куки; $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ — Берлин сир.

3.4. ИОН АЛМАШИНИШ РЕАКЦИЯЛАРИНИНГ ТЕНГЛАМАЛАРИ

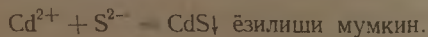
Ҳар бир кимёвий реакция тенгламалари ҳар хил кўри-нишда ёзилиши мумкин:
Молекуляр ҳолда:



Тулиқ ион-молекуляр ҳолда:

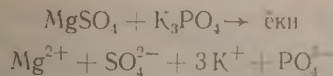


Қисқартирилган ион-молекуляр ҳолда:



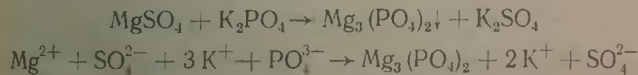
Мисол тариқасида магний сульфат эритмаси билан калий фосфат эритмаси ўртасидаги реакция тенглама-сини кўриб чиқамиз.

1. Аввало реакцияга киришувчи реагентларнинг фор-муласи реакциянинг чап томонида молекуляр ҳолда ёзиб чиқилади ва бу моддалар ўртасида «+» белгиси қўйилади:



Реакцияга киришувчи моддалар кучли электролитлар бўлиб, реакциянинг бу шароитида оксидланиш-қайта-рилиш хоссаларини намойён қилмайди, бу реакция ҳа-қиқий ион алмашиниш реакциясидир.

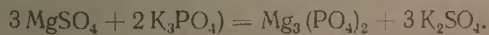
2. Моддаларнинг эрувчанлиги жадвалидан фойдаланиб, Mg^{2+} иони билан PO_4^{3-} ионлари узаро бирикиб, сувда ёмон эрийдиган $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ кристалл моддани ҳосил қиладилар. K^+ иони билан SO_4^{2-} чўкма ҳосил қилмайдилар, чунки бу туз кучли электролит бўлиб, эритмада ион ҳолида қолади. Шунинг учун тенгламанинг ўнг ва чап томонини қўйи-дагича ёзса бўлади:



Бу реакцияда кимёвий мувозанат кам эрувчи $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ чўкмасининг ҳосил бўлиш томонига қараб силжийди.

3. Тенгламанинг ўнг томонидаги моддалар тарки-бидаги элементларнинг валентликлари текширила-ди.

4. Тенгламанинг ўнг ва чап томонидаги элементлар-нинг атом сонларини текшириб, керакли коэффициент-лар қўйиб чиқилади ва реакцияга қадар олинган атом сонлари реакцияда ҳосил булган моддаларнинг атом сонларига тенглашгач тенглик белгиси (=) қўйилади:



Тенгламаларни тенглаштиришда Д. И. Менделеев даврий системаси муҳим аҳамиятга эга. Элементнинг турган даври ва группасига қараб, реакция вақтида қандай моддалар ҳосил бўлишини, қанча миқдорга эга бўлишини ва кимёвий мувозанат қайси томонга қараб йўналиши тўғрисида маълум бир тасаввурга эга бўлиш мумкин.

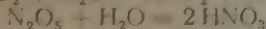
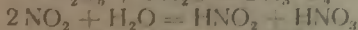
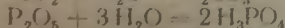
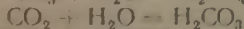
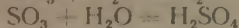
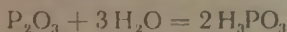
3.5. КИСЛОТА, АСОС ВА ТУЗЛАРНИНГ ОЛИНИШИ

А. Кислоталарнинг олинishi

а) Тузларга кислота таъсир эттириш йўли орқали янги кислота олиш мумкин:



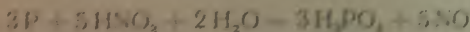
б) Ангидридларни сувда эритиш орқали ёки баъзи бир металлларнинг юқори оксидларини сувда эритилганда ҳам кислоталар ҳосил бўлиши мумкин:



в) Фосфор (V) хлоридни сувда эритиб:



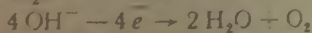
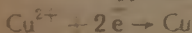
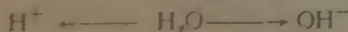
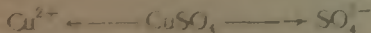
г) Кислота ҳосил қилувчи моддаларни оксидлаш орқали:



д) Таркибиди кислород сақлаган кислота қолдирган тузланган тузларнинг суви эритмасини электролиз қилиш орқали:

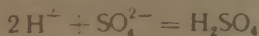
Катодда:

Анодда:

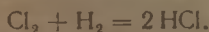


қайтарилиш

оксидланиш



е) Металлмасларнинг водород билан ҳосил қилган бирикмасини сувда эритиб кислота ҳосил қилиш мумкин:



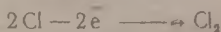
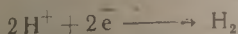
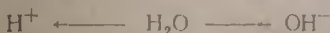
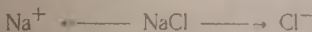
I ҳажм сувда 500 ҳажм HCl эрийди. HCl нинг сувдаги эритмасига хлорид кислота дейилади.

Б. Асосларнинг олиниши

1) Ишқорий ва ишқорий-ер металлари тузларининг сувдаги эритмаларини электролиз қилиш орқали: $KCl, NaCl, BaCl_2$

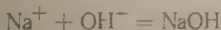
Катодда

Анолда



қайтарилиш

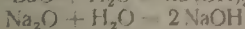
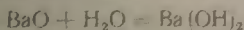
оксидланиш



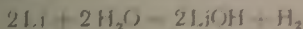
2) Оғир металл тузларининг сувдаги эритмаларига ишқор таъсир эттириб:



3) Актив металл оксидларини сувда эритиб:

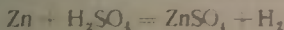


Актив металлларнинг сув билан реакцияси натижасида:

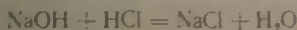


В. Тузларнинг олиниши

1. Кислоталарга металлларни таъсир эттириб:



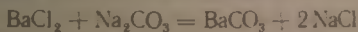
2. Кислоталарга ишқор ёки асос таъсир эттириб:



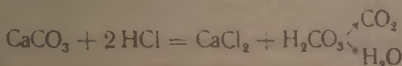
3. Кислоталарга металл оксидларини таъсир эттириб:



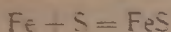
4. Тузларни бир-бирига таъсир эттириб:



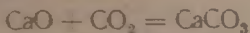
5. Кислоталарни тузларга таъсир эттириб:



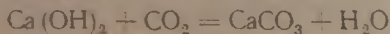
6. Металллар билан металлмасларни ўзаро бир-бирига таъсир эттириб:



7. Металл оксидлари билан кислотали оксидларни ўзаро бир-бирига таъсир эттириб:



8. Асосларга ангидридларни таъсир эттириб:

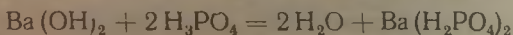


9. Пассив металл тузларига актив металлларни таъсир эттириб:

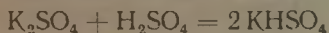


Г. Нордон тузларнинг олиниши

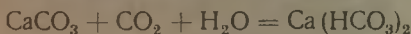
1. Кўп негизли кислоталарнинг битта ёки иккита водороди ўрнини металл атоми билан алмаштириш орқали:



2. Кўп негизли кислоталарга ўрта тузларни таъсир эттириб:

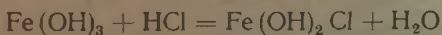


3. Ўрта тузларга сувли шароитда шу туз таркибига кирувчи кислота ангидриди таъсири натижасида:

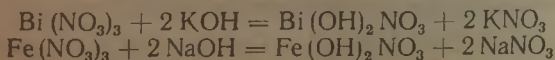


Д. Асосли тузларнинг олиниши

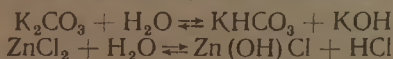
1. Асосларнинг тўлиқ нейтралланмаслиги натижасида ҳосил бўлади.



2. Ўрта тузларнинг ишқорлар билан бўлган реакциялари натижасида ҳосил бўлади:



Шунингдек, асосли ва нордон тузлар ўрта тузларнинг гидролизи вақтида ҳам ҳосил бўлиши мумкин:



Ион алмашилиш реакциялари фан ва техникада кенг қўлланилади. Улардан тузларни олишда ва уларни тозалашда, рудалар таркибидан металлларни ажратиш олишда, катион ва анионларни ажратишда, витаминларни тозалашда, шўр сувларни тузсизлантириш ва юм-

шатишда гидролиз йўли билан глюкоза, ксилеза ва кўп атомли спиртларни олишда, этил спирти ва озиқ-овқат саноатида ишлатиладиган кислоталарни олишда муҳим роль ўйнайдилар.

3.6. МАШҚЛАР

А. Чўкмалар ҳосил бўлиши ва эриши билан борадиган реакциялар

Чўкмаларни ҳосил бўлиши ва эриши билан борадиган реакциялар тенгламаларини тузишда китобнинг орқа қисмида берилган тузларнинг эрувчанлиги жадвалдан албатта фойдаланиш керак бўлади.

1. Қуйида келтирилган реакция тенгламаларини молекуляр ва ионли ҳолда ёзинг:

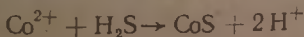
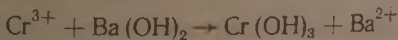
- а) темир (III) хлорид билан натрий фосфат,
- б) барий хлорид билан калий хромат,
- в) темир (II) сульфат билан калий гидроксид,
- г) стронций хлорид билан сульфат кислота,
- д) кобальт (II) нитрат билан барий гидроксид,
- е) марганец (II) бромид билан аммоний сульфид,
- ж) қўрғошин нитрат билан водород сульфид,
- з) натрий хлорид билан кумуш нитрат,
- и) титан (IV) хлорид билан кумуш нитрат,
- к) висмут (III) хлорид билан водород сульфид,
- л) натрий сульфид билан никель сульфат,
- м) қўрғошин нитрат билан натрий хлорид,
- н) алюминий хлорид билан кумуш сульфат,
- о) натрий фосфат билан алюминий сульфат,
- п) темир (II) хлорид билан кальций фосфат.

2. Қуйидаги келтирилган тузларнинг ўзаро реакциялари натижасида ҳосил бўладиган кам эрувчан тузларнинг ионли тенгламаларини тузинг: калий хлорид, натрий фосфат, аммоний сульфид, мис сульфат, барий нитрат, кумуш нитрат.

3. Реакция тенгламасини ионли кўринишда ёзинг:



4. Қуйидаги реакция тенгламасини охирига етказинг:



ривни мисоллар асосида тушунтиринг.

6.* Моддаларнинг эрувчанлиги асосида нима учун сульфатрилган хлорид кислотادا ZnS эришини ва H₂S нинг эримаслигини тушунтиринг.

Б. Газ ажралиб чиқishi билан борадиган реакциялар

7. Қуйидаги реакция тенгламаларини молекуляр ва ионли кўринишда ёзинг:

- * темир (II) сульфид билан хлорид кислота,
- сурьма (III) сульфид билан хлорид кислота,
- магний силицид билан сульфат кислота,
- кальций фосфид билан нитрат кислота,
- кальций карбид билан сув,
- рух арсенит билан хлорид кислота,
- алюминий карбид билан сув.

В. Кучсиз электролит ҳосил бўлиши билан борадиган реакциялар

8. Қуйидаги моддаларнинг эритмалари ўртасида борадиган реакцияларнинг молекуляр ва ионли тенгламаларини ёзинг:

- * фосфат кислота ва кальций гидроксид,
- натрий бисульфат билан натрий гидроксид,
- сульфат кислота билан калий гидроксид,
- кальций бикарбонат билан кальций гидроксид,
- алюминий гидроксид билан сульфат кислота,
- натрий силикат билан хлорид кислота,
- кальций бикарбонат билан бромид кислота,
- натрий цианид билан сульфат кислота,
- калий оксалат билан нитрат кислота,
- аммоний хлорид билан литий гидроксид,
- кальций гидроксид билан углерод (IV) оксид.

9. Кучсиз электролитлар: HCN, H₂SiO₃, H₃BO₃ ҳосил бўлишида кимёвий мувозанат шу моддалар ҳосил бўлиши томонига қараб силжиши билан борадиган реакцияларнинг кимёвий тенгламаларини тузинг.

10.* Қуйидаги тузларнинг гидролиз реакция тенгламасини тузинг ва реакция муҳитини кўрсатинг: а) рубидий сульфид; б) натрий ортофосфат; в) мис сульфат.

* шундай белгили масалаларнинг ечими 7-қисмда келтирилган.

г) алюминий нитрат, д) рух нитрат, е) магний хлорид, ж) хром сульфид, з) темир оксалат.

11. Қуйидаги тузларнинг қайси бири тузлик гидролизланади? а) (NH₄)₂CO₃, NH₄Cl, K₂S, Al₂S₃, б) қуйидаги тузларнинг сувли эритмаларида борадиган гидролиз реакцияси натижасида рўй берадиган реакция муҳитини кўрсатинг: ZnCl₂, Al(CH₃COO)₃, FeCl₃.

12. K₂S, KCN, Al₂(SO₄)₃, Cr₂S₃, CuCl₂, ZnCl₂ тузларнинг гидролиз реакциясининг молекуляр ва ионли кўринишларини ёзинг. Гидролиз натижасида муҳит қандай бўлади?

13. Қуйидаги AlCl₃, K₂CO₃, NaCl тузларнинг сувли эритмалари қандай муҳитни (нордон, нейтра ёки ишқорий) намоян қилади.

14. Al₂(SO₄)₃ ва Na₂S эритмалари аралаштирилганда алюминий гидроксид — Al(OH)₃ чўкмага тушади. Бунинг сабабини тушунтиринг ва реакция тенгламасини ёзинг.

15. FeCl₃ эритмаси қиздирилганда гидролиз босқичли бориб Fe(OH)₃ ҳосил бўлиши билан тугалланади. Уччала босқични ва умумий реакция тенгламаларини ёзинг.

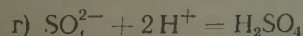
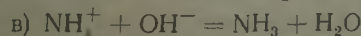
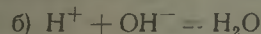
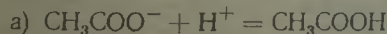
16. Al₂(SO₄)₃ ва Na₂SO₃ эритмалари аралаштирилганда Al(OH)₃ чўкмага тушади. Бунинг сабабини тушунтиринг ва реакция тенгламасини ёзинг.

17. Нима учун NaH₂PO₄ тузининг сувдаги эритмаси кучсиз кислотали, Na₂PO₄ эритмаси эса кучли ишқорий харақтерга эга. Реакциянинг ионли тенгламаларини ёзинг.

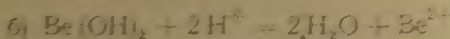
18. FeCl₃ ва Na₂CO₃ концентранган эритмалари аралаштирилганда Fe(OH)₃ ҳосил бўлиб, CO₂ гази ажралиб чиқади. Реакциянинг ионли тенгламасини ёзинг.

19. Тузларнинг гидролизланишида кимёвий мувозанатни маълум бир томонга силжитиш учун қандай факторлар таъсир этади?

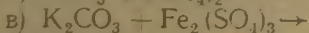
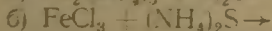
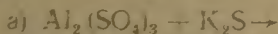
20. Қандай тузларнинг сувли эритмалари ўзаро бири билан реакцияга киришганда, молекуляр тенгламалари қуйида келтирилган ионли тенгламаларга мос келадими?



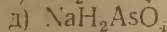
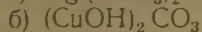
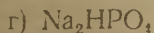
21. Қуйидаги тенгламаларни молекуляр кўринишда охирига етказинг:



22. Қуйидаги тенгламаларни молекуляр ва ионды ҳолда ёзинг (керакли ўринда сув молекуллари иштирок этиши мумкин):



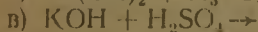
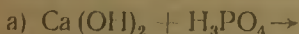
23. Қуйидаги асос ва нордон тузларни қандай реакция ёрдамида ўрта тузларга айлантириш мумкин?



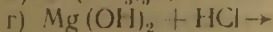
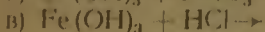
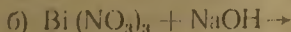
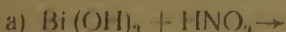
24. Қуйидаги тузларни олишда кислоталарнинг асослар билан нейтралланиш реакция тенгламаларини ёзинг:

а) кальций фосфат; б) алюминий нитрат; в) кальций арсенат; г) рух сульфат; д) калий карбонат.

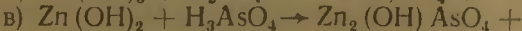
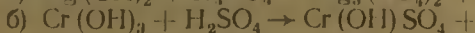
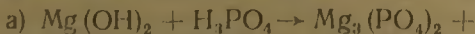
25. Асосларнинг кислоталар билан чала нейтралланиш реакция тенгламаларини ёзинг (нордон тузлар ҳосил бўлади):



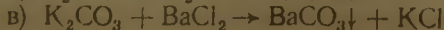
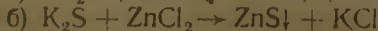
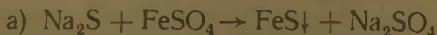
26. Асосли тузларнинг ҳосил бўлиш реакция тенгламаларини ёзинг:

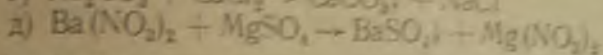
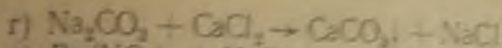


27. Қуйидаги кислота ва асосларнинг ўзаро реакцияси натижасида ҳосил бўладиган ўрта, нордон ва асосли тузларнинг реакция тенгламаларини ёзинг:



28. Қуйидаги схемалардан фойдаланиб, ионли тенгламалар тузинг:





е) Барий хлорид + магн. сульфат → барий сульфат + магн. хлорид

ж) сульфат кислота + калий гидроксид → калий сульфат + сув

з) нитрат кислота + натрий гидроксид → натрий нитрат + сув

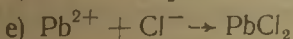
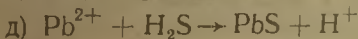
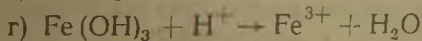
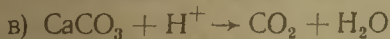
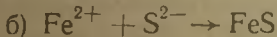
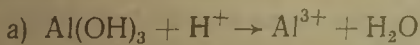
и) хлорид кислота + кальций гидроксид → кальций хлорид + сув

к) бромид кислота + натрий гидроксид → натрий бромид + сув

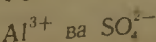
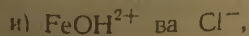
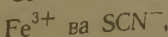
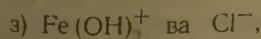
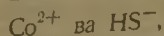
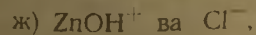
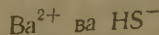
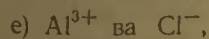
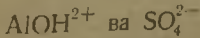
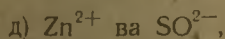
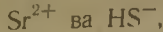
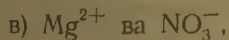
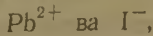
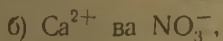
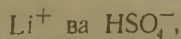
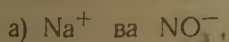
л) водород сульфид + натрий гидроксид → натрий сульфид + сув

м) темир сульфид + хлорид кислота → водород сульфид + темир хлорид.

29. Қуйидаги ионли схемалар асосида молекуляр тенгламалар тузинг:

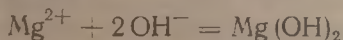


30. Қуйидаги катион ва анионлардан ҳосил бўлган тузларнинг формулаларини ёзинг:



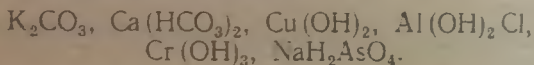
31. Формулалари H_2SO_3 , H_2SO_4 , H_2S , H_3AsO_4 бўлган кислоталарнинг кислота қолдиқларидан қайсилари тузлар таркибига киради?

32. Реакция қуйидаги тенглама бўйича боради:



Шу реакциянинг тенгламасини молекуляр шаклда ёзинг.

33. Қуйидаги электролитларнинг босқичли диссоциланиш тенгламаларини тузинг:



34. Қуйидаги моддалар эритмаларида қандай ионлар бўлади: H_2SO_4 , $NaHCO_3$, H_2S , $Mn(OH)_2$, HNO_3 , $LiOH$, CH_3COOH .

35. Қуйида берилган моддалар ўртасидаги реакция тенгламаларини молекуляр ва ионли ҳолда ёзинг:

- қўрғошин (II) нитрат ва калий йодид,
- симоб (II) нитрат ва водород сульфид,
- хром хлорид ва натрий гидроксид,
- қалай хлорид ва калий гидроксид.

Г. Комплекс ионлар ҳосил бўлиши билан борадиган реакциялар

36. Қуйидаги реакция тенгламаларини молекуляр ва ионли ҳолда ёзинг:

- * кобальт (II) роданид билан аммоний роданид,
- калий цианид билан никель цианид,
- кадмий сульфат билан аммиак,
- мис (II) хлорид билан аммиак,
- кумуш йодид билан натрий тиосульфат,
- кадмий хлорид билан калий цианид.

37. Қуйидаги комплекс бирикмаларда:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| а) $[Cr(NH_3)_6]Cl_2$, | б) $[Cr(H_2O)_6]Cl$, |
| в) $[Cr(H_2O)_2(NH_3)_3]$, | г) $[Cr(C_2O_4)_2(OH)_2]$, |
| д) $Cr(NH_3)_4NO_2$, | е) $[Cr(NH_3)_4(H_2O)_2]$. |

Хромнинг оксидланиш даражаси +3 га тенг. Бу бирикмалардаги комплекс ионнинг зарядини ва комплекс ҳосил қилувчининг координацион сонини аниқлаи.

38. Қуйидаги оксидланиш даражаси +2 га тенг бўлган палладий, платина, темир ва никель билан ҳосил

қилинган комплекс бирикмалардаги а) $[Pd(NH_3)Cl_3]$, б) $[Pd(NH_3)_2Cl_2]$, в) $[Pt(NH_3)_3NO_2]$, г) $[Fe(NH_3)(CN)_6]$, д) $[Ni(CN)_4]$, е) $[Fe(CN)_6]$ комплекс ионлар зарядининг миқдорини ва ишорасини аниқланг.

39. Қуйидаги комплекс бирикмалардаги

а) $K_2[Cu(CN)_4]$, б) $[Ni(NH_3)_6]SO_4$, в) $Zn[Ni(CN)_4]$, г) $K[AuCl_4]$, д) $Cu_2[Fe(CN)_6]$, е) $[Cu(NH_3)_4]Cl_2$, комплекс ҳосил қилувчисининг оксидланиш даражасини ва координацион сонини аниқланг.

40. а) $Ca[PtCl_6]$, б) $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$, в) $[Pt(NH_3)_5Cl_3]$, г) $K_2[SiF_6]$, д) $K[Co(NH_3)_2(NO_2)_4]$, е) $[Ni(NH_3)_6]SO_4$

комплекс бирикмалар ҳосил қилувчисининг оксидланиш даражасини ва координацион сонини ҳисобланг.

41. Таркиби а) KCN , $AgCN$; б) $AgCl \cdot 2NH_3$; в) $2KCN$, $Cu(CN)_2$; г) $CuSO_4 \cdot 4NH_3$; д) $FeCl_3 \cdot 6H_2O$; е) $2KI_2 \cdot HgJ_2$ дан ташкил топган комплекс бирикмалардаги комплекс ион зарядини ва ишорасини аниқланг.

42. Таркиби: а) $Co(CN)_3 \cdot 3NaCN$; б) $Cu(NO_3)_2 \cdot 2NH_3$;

в) $Co(NO_2)_3 \cdot 3NH_3$ дан ташкил топган комплекс бирикмаларнинг формулаларини ёзинг. Бу бирикмалардаги комплекс ҳосил қилувчисининг оксидланиш даражасини ва координацион сонини аниқланг.

43. Қуйидаги комплекс бирикмаларда а) $CoBr_3 \cdot 4NH_3 \cdot 2H_2O$; б) $CoCl_3 \cdot 4NH_3$, в) $CoCl_3 \cdot 4NH_3 \cdot H_2O$, кобальтнинг оксидланиш даражаси $+3$ га тенг. Бу бирикмаларнинг сувдаги эритмаларида ионларга диссоциланишини ёзинг.

44. Қуйидаги комплекс бирикмаларда а) $PtCl_2 \cdot 4NH_3$; б) $PtCl_2 \cdot 2NH_3$; в) $PtCl_2 \cdot KCl \cdot NH_3$; г) $PtCl_2 \cdot 2HCl$, платинанинг оксидланиш даражаси $+2$ га тенг. Бу бирикмаларнинг ионларга диссоциланишини ёзинг.

45. Жуфтлаб олинган қуйидаги тузлар

а) $K_4[Fe(CN)_6]$ ва $FeCl_3$,

б) $K_3[Fe(CN)_6]$ ва $FeSO_4$,

в) $Na_2[Co(NO_2)_6]$ ва KCl .

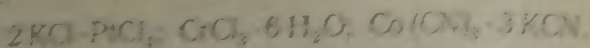
орасида борадиган алмашишни реакцияларининг молекуляр ва ионли тенгламаларини ёзинг.

46. Қуйидаги бирикмалар таркибидаги комплекс ҳосил қилувчи ионнинг оксидланиш даражасини аниқланг:

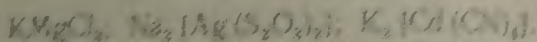
$[Cu(NH_3)_4]SO_4$; $K_2[PtCl_6]$; $K_2[Zn(CN)_4]$.

47. Қуйидаги бирикмалар таркибидаги комплекс ҳосил қилувчи ионларнинг оксидланиш даражаси ва координацион сонини аниқланг: $[Ag(NH_3)_2]NO_3$; $[Pt(NH_3)_4]Cl_2$; $K_2[Mo(CN)_7]$

48. Қуйидаги бирикмаларни комплекс бирикмалар тар-
зи ёзиш.



49. Қуйидаги бирикмаларни диссоциацияниш тенгламаларини
ёзиш.



4. ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ РЕАКЦИЯЛАРИ

4.1. ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ ЖАРАЁНИ

Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари жуда кат-
тарқалган бўлиб, улар назарий ва амалий жиҳатдан
реакциялар орасида муҳим роль ўйнайдилар.

Бу қозонлари ва машина двигателларида ёқил-
ларнинг ёниши, металлларни электролитик чўктириш
гальваник элементларда ва аккумуляторларда бора-
ган кимёвий жараёнларнинг барчаси оксидланиш-қай-
тарилиш реакциялари асосида боради. Оддий моддалар
(темир, хром, марганец, никель, кобальт, вольфрам,
вис, кумуш, рух, олtingугурт, хлор, йод ва бошқалар),
шунингдек қимматбаҳо кимёвий маҳсулотлар (аммиак,
ишқорлар, сульфит ангидрид, нитрат ва сульфат кис-
лоталар) нинг олиниш усуллари оксидланиш-қайтари-
лиш реакциялари асосида боради. Аналитик кимёда
қўлланиладиган перманганатометрия, йодометрия, бро-
мометрия каби илмий-текшириш ишларида қўллани-
ладиган услублар оксидланиш-қайтарилиш жараёнлари
асосида боради.

Оксидланиш-қайтарилиш жараёнлари табиатнинг
энг асосий жараёнларидан биридир. Нафас олиш,
ўсимликлар томонидан карбонат ангидрид газининг
ютилиши унинг ўрнига соф кислородни ажратиши,
моддалар олмашинуви каби биологик ҳодисалар оксид-
ланиш-қайтарилиш жараёнларига асосланган.

Узоқ йиллар мобайнида одамлар оксидланиш-қай-
тарилиш реакцияларидан фойдаланиб келдилар, аммо
унинг туб маъносини ўша вақтларда чуқур түшүнма-
ганлар.

Фақат XX асрнинг бошларида оксидланиш-қайтари-
лиш жараёнларининг электрон назарияси яратилди.
Ана шундай назариянинг тадқиқотчиларидан Л. В. По-

саржевский, Я. Н. Михайленко, А. М. Беркелгайн ва бошқалар эдилар.

Оксидланиш қайтариллигининг қосирти зинна газ-
риқини тушуниш учун, аввало элементларнинг элект-
рон тузиллишини, уларнинг оксидланиш даражаларини
тушуниб етмоқ зарур.

42. ВАЛЕНТЛИК ВА ОКСИДЛАНИШ ДАРАЖАСИ

Валентлик сўзи латинча сўз бўлиб — *valentia* — куч
хки маълум бир элемент атоми бошқа элементнинг
нечта атомини бириктириб олишга кучи еткази, — де-
макдир. Кимёвий элементнинг валентлиги бўйича бир
элемент атомининг бошқа элемент атоми билан кимё-
вий боғланиши ҳам тушуниллади.

Валентлик тушунчаси мураккаб тушунчадир, у кимё-
вий боғланиш тушунчаси билан чамбарчас боғлиқдир.

Биринчи марта элементларнинг валентлиги водород
бўйича аниқланган, чунки водород доимий ўзгармас
бир валентли бўлиб, валентлик тушунчасини элемент-
нинг атоми нечта водород атомини бириктириб олган-
лиги ёки бошқа элемент атоми бирикмада нечта водо-
род атомининг ўрнини олишига қараб белгилаганлар.
Шунинг учун ҳам валентлик қондаси қуйидагича таъ-
рифланган:

Элементнинг бир атомга неча атом водород бири-
кишини ёки алмашинишини кўрсатадиган сон шу эле-
ментнинг валентлиги деб аталади.

Агар элемент водород билан бирикма ҳосил қилмай,
кислород билан бирикма ҳосил қилган бўлса, бундай
элементнинг валентлиги кислородга нисбатан олинади.
Бунда кислороднинг валентлиги иккига тенг деб оли-
ниб, агар кислород кремний билан диоксид ҳосил қил-
ган бўлса, Si^{+4} , яъни иккита кислород атоми билан
битта кремний атоми бирикканлиги учун кремнийнинг
валентлиги тўртга тенг деб олинади. Шундай қилиб
 CO_2 да углерод валентлиги тўрт, SO_3 да олингурут
валентлиги 6, P_2O_5 , N_2O_5 ларда азот ва фосфорнинг
валентликлари 5 га тенг деб олинди. Валентлик водо-
род бўйича 1 дан 4 гача (HF , SiF_4), кислород бўйича
1 дан 8 гача (Na_2O , OsO_4) тенг бўлиши мумкин. Бун-
дан ташқари, валентлик бошқа элементга нисбатан
аниқланиши мумкин. Масалан, хлор бир валентли
эканлиги маълум. Хлорли бирикмалар KCl , BaCl_2 .

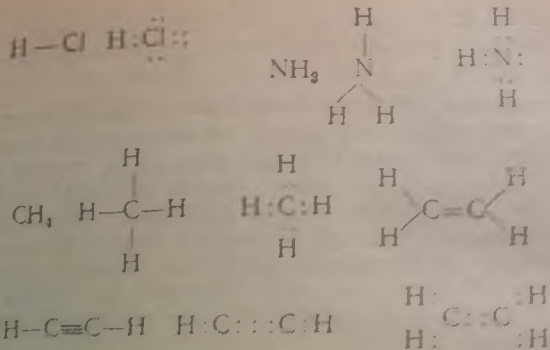
FeCl₃, SiCl₄, PCl₅ ларда, калий бир, барий икки, темир уч, кремний тўрт ва фосфор беш валентли эканлиги формуладан кўриниб турибди. Валентликни маълум бир элемент атомининг кимёвий боғланиши бўйича (ковалентлиги) ёки шу атом атрофида тўдланган (координацияланган) атомлар бўйича ҳам аниқлаш мумкин.

Баъзи бир элементларнинг валентлиги доимийдир. Масалан: натрий ўзининг барча бирикмаларида бир валентли, рух икки валентли, лантан, алюминий уч валентлидир. Аммо валентлик жуда кўп элементларда реакциянинг бориш шароитига қараб, реакцияга киритилган элементларнинг табиатига кўра ўзгарувчан бўлади. Масалан, титан хлор билан бирикиб TiCl₂, TiCl₃, TiCl₄, яъни титаниннг валентлиги 2, 3, 4 бўлиши мумкин. Титан ўзгарувчан валентли элементдир. Худди шунга ўхшаш жуда кўп элементлар ўзгарувчан валентлик (2, 3, 4, 6 ва 7 валентликлар)га эга.

Элементларнинг юқори валентлиги ўша элементнинг Д. И. Менделеев даврий системасининг нечанчи группачасида жойлашганлиги билан белгиланади. Даврий система бўйича валентлик 1 дан 8 гача бўлиши мумкин. Аммо давр ва группалардаги элементларнинг валентликлари ўзгарувчанлиги уларни доимий ҳолда қолдирмайди, балки ҳар хил бирликда ўзгартириб туради. Масалан, даврий системанинг асосий группача элементларининг валентлиги доимий ўзгармас: Li⁺, K⁺, Na⁺ бўлса, қўшимча группача элементлари: Ag 1, 2, мис 1, 2, 3 олтин 1, 2 ва ҳатто 3 валентликни ҳам намоён қилади. Группалар бўйича, масалан, саккизинчи группача жойлашган рутений ёки осмийда 8 валентлик намоён бўлса ҳам, аммо темир, кобальт ва никелда валентлик 2 ва 3 дан ошмайди (темирда +6 ҳолати маълум).

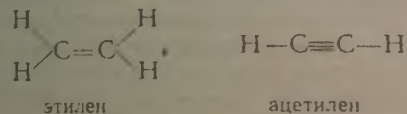
Элементларнинг структура формулаларида валентлик кўпинча элементларни бирлаштирувчи валент чиқиқчалари билан ифодаланади. Чиқиқчаларнинг сонин элементнинг валентлигига ҳар доим тенг бўлади. Молекулаларда ўзаро бириккан атомлар валентлиги билан иккинчи элемент атомининг валентлиги бир-бирига тўғри келади ва молекула нейтрал бўлади.

Масалан, қуйидаги бирикмаларда атомлар орасида валент чиқиқча (—), (=), (≡) ёки нуқталар (:) билан берилган.

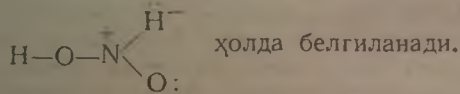


Ҳар бир валент чиқиқча бир жуфт электронга тўғри келади. Молекулада ҳар иккала атом ўртасида камидан бир жуфт электрон жойлашади. Молекула ҳосил бўлишида атомлар ўртасида икки (ёки жуфт) электрон бўлиши, яъна чиқиқ билан ишораланади, атомлар орасида қўш боғ бўлса икки жуфт электронлар ёки икки чиқиқ «=» орқали ва ниҳоят, уч боғ бўлса учта жуфт электронлар ёки уч чиқиқ «≡», воситасида кўрсатилади.

Масалан, этиленда углерод атомлари >C=C< ҳолда бўлса, ацетиленда эса —C≡C— ҳолда бир-бири билан боғланиши мумкин:

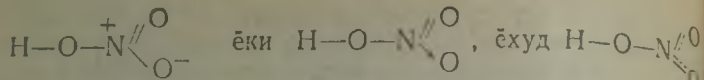


Нитрат кислотанинг структура формуласи:



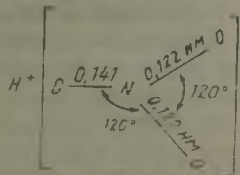
Азот электронининг биттаси кислород атомига ўтганлиги учун азотда тўртта тоқ электрон бўлади ва натижада азот тўртта ковалент кимёвий боғланиш ҳосил қилади. Шунинг учун ҳам нитрат кислота молекуласида азотнинг ковалентлиги тўртга тенг.

Ҳозирги вақтда нитрат кислотанинг структура формуласи шундай тасвирланади:



Бунда шу назарда тутиладики, фақат азот билан боғланган иккала кислород атоми тенг қимматлидир, улар азот атомидан бир хил масофада туради ва ҳар бирида электроннинг ярим заряди бўлади, яъни азотнинг тўртинчи боғи иккала кислород атоми орасида тенг бўлинган. Бундай ёзилишда молекуладаги атомлар ташқи поғонасидаги электрон конфигурациялари барқарор бўлади: кислород билан азот саккиз электронли, водород икки электронли конфигурация ҳолатида бўлади.

Нитрат кислотани ҳар томонлама ўрганиш натижасида унинг структура формуласи қуйидагича тузилишига эга эканлиги аниқланган:

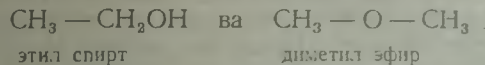


Моддаларнинг структура формуллари нифақат модданинг қандай атомлардан тузилганлигини, балки молекулада атомларнинг бир-бири билан қандай боғланганлиги ҳақида ҳам тўлароқ тушунча беради.

Моддаларнинг структура ҳолларини ўрганиш асосан 1861 йилда эълон қилинган А. М. Бутлеровнинг органик моддаларнинг кимёвий тузилиш назариясини таянади. Д. И. Менделеев даврий системаси ва даврий қонуни, А. М. Бутлеровнинг эслатилган назариясини асосан кимёвий реакциялар жараёнида молекулаларнинг кимёвий хоссалари молекула таркибидаги атомларнинг сонига, молекулаларнинг кимёвий тузилишига эритувчиларнинг табиатига ва моддаларнинг агрегат ҳолатига боғлиқлигини кўрсатади.

Маълумки, ҳар хил таркибли ва ҳар хил тузилишига эга бўлган молекулалар ҳар хил кимёвий хоссаларга эга бўлади. Молекулаларнинг кимёвий хоссаларини атомларнинг ўзаро жойлашиши ва кетма-кетлиги ҳам таъсир этади. Масалан, кимё фанида бир хил таркибли ва бир хил молекуляр оғирликка эга бўлган моддалар

ҳар хил кимёвий хоссаларга ҳам эга бўлиши кенг тарқалган маълумотдир (изомерия ҳолисаси). Масалан: $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ икки хил молекуляр тузилишга эга, яъни:



Этил спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ $78,3^\circ\text{C}$ да қайнаса, эфир эса — $23,65^\circ\text{C}$ да қайнайди. Этил спирт глюкозанинг спиртли бижгишида ҳосил бўлади. Лекин диметил эфир фақат синтез қилиб олинади. Этил спирт ишқорий металллар билан реакцияга киришиб, водород атоми сиқиб чиқарилади, аммо эфир бундай реакцияга киришмайди, чунки этил спиртида водород атоми кислород атоми билан бириккан бўлса, эфирда эса — $\text{C}-\text{H}$ мустаҳкам ковалент боғ орқали бириккан, бу атом қўзғалувчан хоссага эга эмас.

4.3. ОКСИДЛАНИШ ДАРАЖАСИ

Оксидланиш даражаси кимёдаги асосий тушунчалар жумласига киради. Баъзан оксидланиш даражаси «оксидланиш сони» ёки электрокимёвий валентлик ҳам дейилади. Бу тушунчани таърифлашда, молекулаларда боғловчи электронлар электронфий атомларга силжийди, шу сабабли электронлар фақат мусбат ва манфий зарядланган ионлардан таркиб топади деб шартли равишда тахмин қилинади. Ҳақиқатда эса донмо ҳам шундай бўлавермайди. Кўпчилик ҳолларда электронлар бир атомдан иккинчисига батамом ўтмайди, фақат электрон булутлар ёки аниқроғи, боғловчи электрон булутлар бир атомдан бошқа атомга (маълум даражада) силжийди.

Оксидланиш даражаси — атомнинг молекуладаги шартли заряди бўлиб, у молекула фақат ионлардан таркиб топган деган тахмин асосида ҳисоблаб топилади. Бошқача айтиш ҳам мумкин: Оксидланиш даражаси — бу модда молекуласи фақат ионлардан тузилган деб фараз қилингандаги элементларнинг электронвалентлигидир.

Оксидланиш даражаси валентликдан фарқ қилиб, манфий, мусбат ва ноль қийматга эга бўлиши мумкин, бу қийматлар одатда элемент символининг тепасига ёки юқориги ўнг бурчагига рақам олдиндан плюс ёки минус ишораси қўйилади. Масалан, Na_2^+O^- , Cl_2^0 бу моле-

куларда кислороднинг оксидланиш даражаси — 2, натрийники + 1 ва хлорники эса 0 эканлиги кўриниб турибди.

Ишқорий металлларнинг оксидланиш даражаси баъзи бирикмаларида +1 га, ишқорий-ер металлларники эса +2 га тенг бўлади. Оддий моддалар: H_2 , F_2 , Cl_2 , N_2 , Fe нинг оксидланиш даражаси нолга тенг бўлади, чунки уларда боғловчи электрон булут силжимаган бўлади.

Мураккаб бирикмалардаги атомларнинг оксидланиш даражасини ҳисоблаб топиш мумкин, бунда молекулада атомлар оксидланиш даражаларининг алгебраик йиғиндиси доимо нольга, мураккаб ионлар эса ионнинг зарядига тенг бўлишини эътиборга олиш лозим.

Эркин ҳолда ёки кимёвий бирикмалар таркибидаги атомнинг оксидланиш даражасини топиш учун қуйидаги қоидаларга риоя қилмоқ зарур:

1. Кислород атоми ўзининг кўп бирикмаларида асосан — 2 оксидланиш даражасини намоён қилади. Фақат OF_2 ва Me_2O_2 бирикмаларда тегишли тартибда, +2 ва —1 оксидланиш даражасига эга бўлади.

Водород эса кўпинча +1, баъзи металл гидридларида эса — 1 оксидланиш даражасини намоён қилади. Масалан, $Ca^{+2}H_2^-$, Na^+H^- ва ҳоказо.

2. Атомларнинг оксидланиш даражаси оддий ионли бирикмаларда унинг электр заряди билан белгиланади. Масалан, калий хлоридда калийнинг оксидланиш даражаси +1, хлорники эса — 1.

3. Агар молекула ковалент боғланиш асосида ҳосил бўлган бўлса, электрманфийлиги кўп бўлган атомнинг оксидланиш даражаси минус билан, электромусбат атомнинг оксидланиш даражаси мусбат, яъни «+» билан кўрсатилади. Масалан, SO_2 да олтингургуртнинг оксидланиш даражаси +4, кислородники эса — 2.

4. Молекула доимо электронейтралдир, чунки молекуладаги барча атомларнинг оксидланиш даражасининг умумий йиғиндиси нейтрал бўлиши керак. Демак, шундай экан молекуладаги атомларнинг оксидланиш даражасини ҳисоблаб топиш мумкин. Масалан, H_2SO_4 даги олтингургуртнинг оксидланиш даражасини ҳисоблаб топайлик: бу бирикмада водороднинг оксидланиш даражаси +1, кислородники — 2, олтингургуртникини эса X билан белгилаймиз. Яъни қуйидаги тенгламани тузимиз, $(+1)2 + X + (-2)3 = 0$, $2 + X - 6 = 0$, $X = 6 - 2 = 4$.

$X = 4$. Демак олтингургуртнинг оксидланиш даражаси — 4 га тенгдир. Худди шундай йўл билан қуйидаги бирикмалар таркибидаги элементларнинг оксидланиш даражасини ҳисоблаб топиш мумкин. $NaCl$, $HOCl$, $HClO_2$, ClO_2 , $HClO_3$, Cl_2O_6 , $HClO_4$ лар таркибидаги хлор атомининг оксидланиш даражаси ҳисобланганда: — 1, + 1, + 3, + 4, + 5, + 6 ва + эканлиги маълум бўлади.

5. Комплекс бирикмаларда асосан марказий атомнинг оксидланиш даражаси кўрсатилади. Масалан, $K_3[Fe(CN)_6]$ да темирнинг оксидланиш даражаси + 3, $[Ni(NH_3)_6]SO_4$ да никелнинг оксидланиш даражаси + 2, $K_2[PtCl_6]$ да эса платинаники + 4 га тенгдир.

6. Молекуласи бир хил элементлардан тузилган моддаларда ўша элементларнинг оксидланиш даражаси 0 га тенг бўлади (масалан, H_2 , F_2 , O_2 лар). Шунингдек металлларда ҳам рентгеноструктур текширишларга асосланган ҳолда айтиш мумкинки, уларда оксидланиш даражаси 0 га тенг бўлади (Na , Fe , Ca , Al , Pt , Zn ва бошқалар).

7. Жуда кўп органик бирикмаларда кучсиз қутбли кимёвий боғланиш мавжуддир. Электрманфий элементлар (фтор, кислород, хлор, азот каби)нинг углеродга бирикиши углерод атомлари ва унга бирикаётган элементларнинг атомлари ўртасида электрон булутининг ўзгаришига, яъни яна ҳам шу атомлар ўртасидаги қутблиликни оширишга олиб келади. Бундай бирикмалар таркибидаги атомларнинг оксидланиш даражасини ҳам ковалент боғланишли қутбли бирикмалардаги атомларнинг оксидланиш даражасини топган каби аниқлаш мумкин.

Элементнинг оксидланиш даражаси ҳамма вақт ҳам валентликка тенг бўлавермайди. Бунини қуйидаги 8-жадвалдан кўриш мумкин (унда азот молекуласи ва унинг баъзи кимёвий бирикмаларидаги азот атомининг валентлиги ва оксидланиш даражасининг қийматлари берилган).

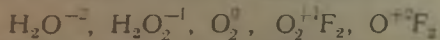
Кўпгина органик бирикмалар: метан CH_4 , метил спирти CH_3OH , формальдегид CH_2O ва чумоли кислотаси $HCOOH$ да углерод атомининг оксидланиш даражаси — 4, — 2, + 0, + 2 га тенг бўлса, унинг валентлиги ҳамма бирикмаларда доимо тўртга тенгдир.

Кимёвий бирикмалар таркибидаги элементларнинг оксидланиш даражасини билиш ўша модданинг кимё-

Азотнинг баъзи бир кимёвий бирикмаларидаги валентлиги ва оксидланиш даражаси

Моддалар	Формуласи	Валентлиги	Оксидланиш даражаси
Азот молекуласи	N_2 ; $N \equiv N$	3	0
Аммиак	NH_3 ; $H-N-H$ N	3	-3
Гидразин	N_2H_4 ; $H-N-N-H$ H H	3	-2
Гидроксиламин	NH_2OH ; $H-N-O-H$ H H	3	-1
Аммоний иони	NH_4^+ ; $[H-N-H]^+$ H	4	-3

вий хоссаларини ўрганишга кўпроқ имкон беради. Масалан, кислороднинг қуйдаги бирикмаларида, кислород ҳар хил оксидланиш даражасини намоён қилади:



бундан кўринадики, шу моддалар ичида энг барқарор ҳосиласи кислороднинг оксидланиш даражаси -2 ва бўлган бирикмалари (H_2O ва O_2) дир.

Кислороднинг O_2F_2 ва OF_2 бирикмалари кучли оксидловчилар бўлиб, уларнинг таркибидаги кислороднинг оксидланиш даражаси $+1$ ва $+2$ га тенг. Бу бирикмаларда атомнинг электронга мойиллиги ушунга юқори бўлиб, жуда катта куч билан электронларини фтор ядроси тортиб туради.

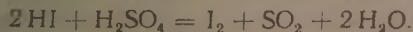
Шунингдек, бирикмалар таркибидаги элемент атомларининг оксидланиш даражасини билиш бу бирикмаларнинг оксидловчи ёки қайтарувчи эканлигини билишга

жуда яхши имкон туғдиради. Масалан, олтинчи гуруҳнинг асосий гуруҳча элементлари ҳисобланган олтингургурт, селен ва теллурларнинг энг юқори оксидланиш даражаси $+6$ га тенг бўлган бирикмалари (концентрланган кислоталари): H_2SO_4 , H_2SeO_4 , H_6TeO_6 кучли оксидловчилардир, улар бошқа ортиқча электрон бераолмайдилар. Аммо олтингургурт, селен ва теллурларнинг энг паст оксидланиш даражалари -2 га тенг бўлган бирикмалари: H_2S , H_2Se ва H_2Te фақат қайтарувчилардир, чунки улар 2 тадан ортиқ электронни бириктириб олаолмайдилар. Уларнинг ўрта ҳолдаги оксидланиш даражаси $+4$ га тенг бўлган бирикмалари H_2SO_3 , H_2SeO_3 , H_2TeO_3 ҳам қайтарувчи, ҳам оксидловчи хоссаларини намоён қилишлари мумкин. Ана шундай хосса Д. И. Менделеев даврий системасидаги бошқа элементларга ҳам тааллуқлидир.

Атом, ион ёки молекуланинг оксидланиш даражасининг моҳияти шундаки, улар бошқа моддалар билан кимёвий реакцияларга кириш-кирмаслигини аниқлаш имкониятини беради. Бир неча мисоллар келтирамиз.

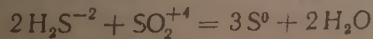
1. Концентрланган сульфат кислота иштирокида HJ водород сульфид H_2S билан кимёвий реакцияга кириша оладими?

Жавоб: HJ ва H_2S да йод ва олтингургурт паст оксидланиш даражасига (-1 ва -2 га) эгалар; водородники $+1$ га тенг. Демак, HJ ва H_2S фақат қайтарувчилик хоссасига эгалар, шунинг учун ҳам, улар бир-бири билан кимёвий реакцияга кириша олмайдилар. Аксинча, HJ билан H_2SO_4 реакцияга кириша олади, чунки H_2SO_4 да олтингургуртнинг оксидланиш даражаси $+6$ га тенг бўлганлиги учун олтингургурт оксидловчидир:



2. Перхлорат кислота $HClO_4$ иштирокида SO_2 водород сульфид H_2S билан кимёвий реакцияга кириша оладими?

Жавоб: SO_2 да олтингургуртнинг оксидланиш даражаси $+4$ га тенг бўлганлиги сабабли водород сульфид H_2S учун оксидловчи, оксидланиш даражаси $+7$ бўлган хлор атоми сақлаган перхлорат $HClO_4$ учун эса қайтарувчи ролни ўйнайди. Шунинг учун ҳам қуйидаги реакция содир булиши умумкин:



9-жадвалнинг баъзи

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
														-1	+2	+3	+4	+5
																+1	+2	+3
														-4	-3	-2	+1	-1
IV	K <u>+1</u>	Ca <u>+2</u>	Sc <u>+3</u>	Ti <u>+4</u> +3 +2	V <u>+6</u> +4 +3 +2	Cr <u>+6</u> +5 +4 +3 +2 +1	Mn <u>+7</u> +6 +5 +4 +3 +2 +1	Fe <u>+6</u> +4 +3 +2	Co <u>+4</u> +3 +2	Ni <u>+4</u> +3 +2	Cu <u>+3</u> +2 +1	Zn <u>+2</u>	Ga <u>+3</u> +2 +1	Ge <u>+4</u> +2	As <u>+5</u> +3	Se <u>+6</u> +4 +2	Br <u>+7</u> +5 +3 +1	Kr <u>+4</u> +2 +1
														-4	-3	-2	-1	
V	Rb <u>+1</u>	Sr <u>+2</u>	Y <u>+3</u>	Zr <u>+4</u> +3 +2	Nb <u>+5</u> +4 +3 +2	Mo <u>+6</u> +5 +4 +3 +2	Tc <u>+7</u> +6 +5 +4 +3	Ru <u>+8</u> +7 +6 +5 +4	Rh <u>+6</u> +4 +3	Pd <u>+4</u>	Ag <u>+3</u> +2 +1	Cd <u>+2</u>	In <u>+3</u> +2 +1	Sn <u>+4</u> +2	Sb <u>+5</u> +3	Te <u>+6</u> +4 +2	I <u>+7</u> +5 +3	Xe <u>+8</u> +6 +4 +2

9-жадвалнинг баъзи

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
							+2 +1	+3 +2	+3 +2	+3 +2					-2	-3	-2	-1	+1
VI	Cs <u>+1</u>	Ba <u>+2</u>	La* <u>+3</u>	Hf <u>+4</u> +3 +2	Ta <u>+5</u> +4 +3 +2	W <u>+6</u> +5 +4 +3 +2	Re <u>+7</u> +6 +5 +4 +3	Os <u>+8</u> +7 +6 +5 +4	Ir <u>+6</u> +4 +4 +2 +1	Pt <u>+4</u> +2	Au <u>+3</u> +2 +1	Hg <u>+2</u> (+1)	Tl <u>+3</u> +1	Pb <u>+4</u> +2	Bi <u>+5</u> +3	Po <u>+6</u> +4 +2	At <u>+5</u> +1	Rn	
VII	Fr <u>+1</u>	Ra <u>+2</u>								Ac** <u>+3</u>									

f-элементлар

	f ²	f ³	f ⁴	f ⁵	f ⁶	f ⁷	f ^{1d1}	f ⁹	f ¹⁰	f ¹¹	f ¹²	f ¹³	f ¹⁴	
Лантанондлар	Ce <u>+4</u> <u>+3</u>	Pr <u>+4</u> <u>+3</u>	Nd <u>+3</u>	Pm <u>+3</u>	Sm <u>+3</u> <u>+2</u>	Eu <u>+3</u> <u>+2</u>	Gd <u>+3</u>	Tb <u>+4</u> <u>+3</u>	Dy <u>+4</u> <u>+3</u>	Ho <u>+3</u>	Er <u>+3</u>	Tm <u>+3</u> <u>+2</u>	Yb <u>+3</u> <u>+2</u>	Lu <u>+3</u>

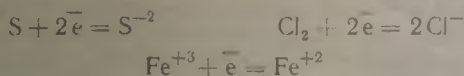
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
					Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	
					+4 +3	+5 +4 +3 +2	+5 +5 +4 +3	+6 +5 +4 +3	+6 +5 +4 +3	+6 +5 +4 +3 +2	+4 +3	4 +3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3

* — VI дүвэр элемент

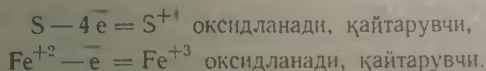
** — VII дүвэр элемент

Оксидланиш жараёнида элементнинг оксидланиш даражаси катталашади.

2. Атом, молекула ёки ионнинг электронлар бириктириб олиш жараёни қайтарилыш дейилади. Масалан:

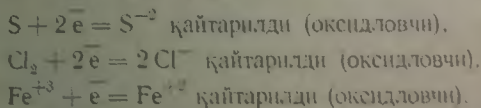


3. Электронлар берадиган атом, молекула ёки ионлар қайтарувчилар дейилади. Масалан:



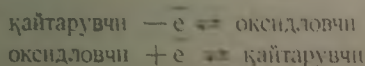
Улар реакцияда электрон чиқариб оксидланади.

4. Электронлар бириктириб оладиган атом, молекула, ёки ионларни оксидловчилар дейилади. Реакция вақтида улар қайтарилади: Масалан:



Элементларнинг оксидланиш даражалари 9-жадвалда келтирилган.

5. Оксидланишда доимо қайтарилыш содир бўлади ва аксинча, қайтарилыш доимо оксидланиш билан боғлиқ, буни қуйидаги тенгламалар билан ифодалаш мумкин:



Шунинг учун оксидланиш-қайтарилыш реакциялари қарама-қарши икки жараённинг бирлигидир. Бу реакцияларда қайтарувчи берадиган электронлар сони оксидловчи бириктириб оладиган электронлар сонига тенг.

4.4. АТОМ ТУЗИЛИШИ ҲАҚИДАГИ ҚИСҚАЧА МАЪЛУМОТ

Кимёвий жараёнларни яна ҳам чуқурроқ тушуниш, кимёвий реакция тенгламаларини тўғри тузиш ва тенглаштириш учун кимёвий элементлар атомларининг тузилишини албатта чуқурроқ билмоқ зарурдир.

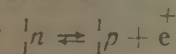
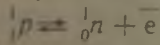
Маълумки, атом мураккаб тузилишга эгадир. мусбат электр зарядига эга бўлган атомнинг массасини ўзида сақлаган марказий ядро ва унинг атрофида қават-қават бўлиб айланаётган манфий зарядли енгил электронлардан иборат.

Атом ядросининг заряди элементнинг Д. И. Менделеев даврий системасидаги тартиб номерига тенг бўлади. Электронлар сони ядро зарядига тенгдир. Атом нейтралдир, чунки манфий зарядлар сони ядронинг мусбат зарядларига доимо тенгдир. Атом ядросининг диаметри 10^{-14} — 10^{-15} м га тенг бўлиб, атом диаметри $\sim 10^{-10}$ м дан бир неча марта кичикдир, аммо атомнинг ($\sim 99,97\%$) оғирлигини ядро ташкил этади.

Ҳамма элементлар ядро заррачаларининг зичлиги тахминан $1,2$ — $2,4 \cdot 10^{14}$ г·см⁻³ дир. Масалан, бир ҳажм ядро массаси билан зич қилиб тўлдирилса, унинг массаси 120—240 млн. тонна бўлади деб тахмин этилади.

1932 йилда рус олими Д. И. Иваненко ядронинг зичлиш назариясини яратди. Бу назарияга кўра, ядро фақат протонлар ва нейтронлардан иборатдир. Ядрони ташкил этадиган бу заррачалар умуман бир ном билан нуклонлар деб аталади.

Протон ва нейтронлар 1_1p ва 1_0n билан белгиланади. Улар доимо ядрога бир-бирига айланиб турадилар:



Элементар заррачаларнинг муайян масса ва заряд бўлади. Электроннинг массаси 0,000549 у. б. (абсолют қиймати $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг) га, заряди -1 га тенг.

Протоннинг (1_1p) массаси 2,007276 у. б. заряди $+1$.

Нейтроннинг (1_0n) массаси, 1,008665 у. б., зарядга эга эмас заррача — электронейтралдир. Атомдаги протонлар сони ядро зарядига, яъни элементнинг тартиб номерига тенгдир. Нейтрон сонини топиш учун унинг атом массаси (А) ва тартиб номери (Z) ни айириш лозим:

$${}^1_0n = A - Z$$

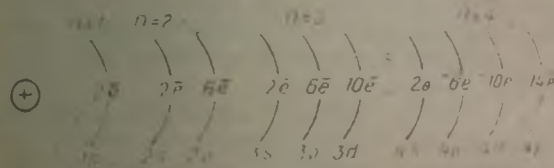
Масалан, магнийнинг атом массаси $A = 24$, тартиб номери $Z = 12$, нейтрон заррачасининг сони ${}^1_0n = A - Z = 24 - 12 = 12$; ${}^1_0n = 12$ экан.

Текширишлар кўрсатишича, табиатда бир элементнинг атом массаси турлича бўлиши мумкин, масалан, хлор атомларининг массаси 35 ва 37 бўлади. Бу атомларнинг ядроларида протонлар сони бир хил, аммо нейтронлар сони ҳар хил бўлади. Битта элементнинг ядро заряди бир хил, аммо масса сони ҳар хил бўлган атомлари изотоплар дейилади.

Деярли барча кимёвий элементларнинг изотоплари маълум. Масалан, кислороднинг масса сони 16, 17, 18 бўлган изотоплари, яъни ${}^{16}_8O$, ${}^{17}_8O$, ${}^{18}_8O$ ёки калий ва аргоннинг изотоплари: ${}^{39}_{19}K$, ${}^{40}_{19}K$, ${}^{41}_{19}K$, ${}^{36}_{18}Ar$, ${}^{38}_{18}Ar$, ${}^{40}_{18}Ar$ маълум.

Масса сони бир хил, аммо ядро зарядининг катталиги ҳар хил бўлган моддаларга изобаралар дейилади. Масалан: аргон ${}^{36}_{18}Ar$, калий ${}^{40}_{19}K$, кальций ${}^{40}_{20}Ca$ лар шулар жумласига киради.

Электронлар ядро атрофида квантланган қобиклар бўйлаб ҳаракат қилади. Бу квант қаватлар энергетик қобиклар дейилади. Энергетик қобикларнинг сони Д. И. Менделеев даврий системасида айни элемент турган давр номерига тенг бўлади. Энергетик қобиклар қобикчаларга, қобикчалар эса энергетик ячейка (орбитал)ларга бўлинади. Айни қобикдаги қобикчалар сони қобикнинг тартиб номерига тенг бўлади.



4-расм. Энергетик қобиклар, қобикчалар ва улардаги электронлар сони.

Қобикчалардаги ҳар бир жуфт электронга битта энергетик ҳолат тўғри келади. Уларни схематик равишда тўрт бурчак — ячейка □ шаклида белгилаш қабул қилинган. Уларни энергетик ячейкалар ёки орбиталлар дейилади.

Қобикчаларда бўлиши мумкин бўлган энергетик ячейкаларнинг умумий сони $2n + 1$ га, ҳар бир поғонада эса n^2 га тенг бўлади. Буни қуйидаги 10-жадвалда кўрадилар.

Энергетик қобйқлар	Қобйқлардагы энергетик ячйқалар сони $2n+1$			Қобйқлардагы энергетик ячйқалар сони
	$s(n)$ ячйқа 2.0+1=1	$p(n)$ ячйқа 2.1+1=3	$d(n)$ ячйқа 2.2+1=5	
1 ($n=1$)	1s □			1
2 ($n=2$)	2s □	2p □□□		2 ² = 4
3 ($n=3$)	3s □	3p □□□	3d □□□□	3 ² = 9
4 ($n=4$)	4s □	4p □□□	4d □□□□	4 ² = 16

Атомдагы энергетик қобйқлар, қобйқчалар ва ячйқалардагы электронларнинг ҳаракати ёки ҳолати тўртта квант сон билан характерланади.

1. **Бош квант сони n** — энергетик қобйқнинг сонини ёки ундагы электронларнинг умумий энергиясини ифода қилади. Унинг қиймати атомнинг квант қобйқларини мос келадиган ҳар қандай бутун мусбат сон бўлиши мумкин:

бош квант сони $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots$

квант қобйқлар K, L, M, N, O, P, Q, ...

Ҳар қайси энергетик қобйқдагы электронларнинг энг катта қиймати X_n қуйидаги формула билан аниқланади: $X_n = 2n(n+1)$ (n — бош квант сони).

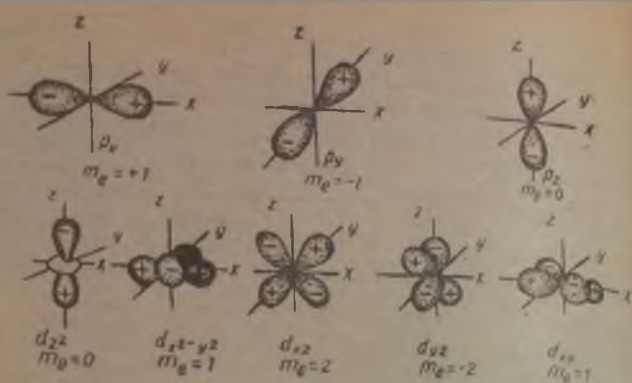
Агар $n=1$ бўлса, бунда фақат битта қобйқ бўлади s — га тўғри келади, $n=2$ бўлса, унда иккита қобйқча s — ва p — қобйқчаси, шунингдек p — қобйқча учта орбиталга эга бўлади ва унга олти электрон сигиши мумкин, яъни ҳаммаси бўлиб 8 та электрон бўлади. Агар $n=3$ бўлса, яъни (учинчи энергетик қобйқ) битта s — қобйқча (унда 2 та электрон), битта p — қобйқча (унда олти электрон) ва битта d — қобйқча (унда 10 та электрон), жами $s^2 p^6 d^{10}$, яъни 18 электрон бўлади. $n=4$ бўлса (тўртинчи энергетик қобйқ) тўртта қобйқча: s — қобйқча (2 электронли); p — қобйқча (6 электронли); d — қобйқча (10 электронли) ва f — қобйқча (14 электронли) бўлади (11-жадвал).

2. **Орбитал квант сони — l** . Бу сон электроннинг ядро атрофидагы ҳаракат траекторияси шаклини кўрсатади. Орбитал квант сонининг максимал қиймати бош квант сонининг $(n-1)$ қийматини қабул қилади.

Бош квант сони, орбиталларнинг тури ва сони ҳамда қобйқ ва қобйқчалардагы электронлар сони

Энергетик қобйқ	Қобйқчалар сони l га тенг	Қобйқчалар	Орбиталлар сони		Электронларнинг максимал сони	
			қобйқчада	қобйқчада n^2 га тенг	қобйқчалар	қобйқчада
K ($n=1$)	1	1s	1	1	2	2
L ($n=2$)	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
O ($n=5$)	5	5s 5p 5d 5f 5g	1 3 5 7 9	25	2 6 10 14 18	50
P ($n=6$)	6	6s 6p 6d 6f 6g 6h	1 3 5 7 9 11	36	2 6 10 14 18 22	72
Q ($n=7$)	7	7s 7p 7d 7f 7g 7h 7k	1 3 5 7 9 11 13	49	2 6 10 14 18 22 26	98

бошқача айтганда: $l=0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots, (n-1)$. Маълумки, атомдаги турли электрон қобйқлардаги электронларнинг энергиялари турлича бўлади, шу сабабли ҳар бир энергетик қобйқ бир нечта энергетик қобйқчаларга



5- расм. p- ва d- орбиталларнинг фазовий ҳолатлари.

бўлинади. Ана шу энергетик қобикчалар орбитал квант сонининг қийматларига мос келади ва улар лотин алфавитининг кичик ҳарфлари s, p, d, f, \dots билан белгиланади. Бизга маълум бўлган элементларда g - ва h - қобикчалар электронлар билан тўлмайди, чунки s, p, d - ва f - қобикчаларнинг ўзи ҳозир маълум бўлган 105 та элемент атомларидаги электронларнинг тақсимланишини тўлиқ ифодалаш учун етарлидир. Ҳар қайси энергетик қобикчадаги электронларнинг энг кўп сони X_l қуйидаги тенглама билан аниқланади: $X_l = 2(2l + 1)$ ёки бу ерда l -орбитал квант сондир.

3. Магнит квант сон — m . Магнит квант сон m — электронларнинг атомдаги ҳолатини ёки электрон «булут» ларининг магнит майдонида (фазода) қандай вазиятда бўлишини ифодалайди (5-расм). Унинг сон қиймати $+l$ дан $-l$ гача бўлади, масалан, $l=1$ бўлганда $m_l = -1; 0$ ва $+1$ бўлади.

4. Спин квант сон — m_s . Спин квант сони m_s билан хил энергетик ҳолатга



6- расм. s-орбиталда иккита электроннинг қарама-қарши спинга эга бўлишини аниқловчи схема.

бўлган иккита электроннинг ўз ўқи атрофида айланиши ҳар хил бўлади (6-расм).

Шунга асосан спин квант сони электронларнинг ўз ўқи атрофида қайси йўналишда айланишини ифодалайди. Унинг сон қиймати доимо битта электрон учун $+1/2$ га, иккита электрон учун $+1/2$ ва $-1/2$ га тенг деб қабул қилинади.

Атомларда электронларнинг тақсимланиши Паули принципи ва Гунд қондаси асосида амалга ошади. Паули принципи «Бир атомда тўрттала квант сонларининг қиймати бир хил бўлган иккита электрон бўлиши мумкин эмас». Ёки бир атомда иккита электрон бўлса уларнинг n, l, m квант сонларининг қиймати бир хил, тўртинчи спин квант сони (m_s) турлича, яъни спинлари қарама-қарши ($\uparrow \downarrow$) бўлиши билан бу икки электрон бир-бирдан фарқ қилади.

Демак, ҳар қайси орбиталда кўпи билан иккита электрон бўлиши мумкин. Бу принцип $N=2n^2$ формулини изоҳлаб беради. Ҳақиқатдан ҳам, агар, масалан, учинчи поғонада ($n=3$) $3^2=9$ та орбиталнинг ҳар қайси орбиталида 2 тадан электрон бўлса, у ҳолда электронларнинг максимал сони $2 \cdot 3^2=18$ бўлади.

Орбиталларда электронларнинг жойланиш тартибни В. М. Клечковский қондаси асосида тушунтириш мумкин.

Клечковскийнинг 1-қондаси: Энергетик қобикчаларда электронларнинг тўлиб бориш тартиби қобикчаларнинг бош ва орбитал квант сонлари йиғиндиси ($n+l$) ортб бориш тартибиде бўлади.

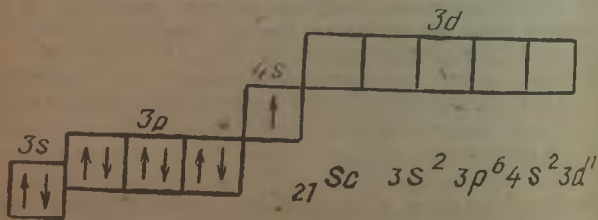
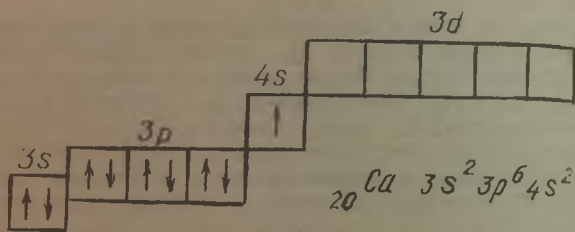
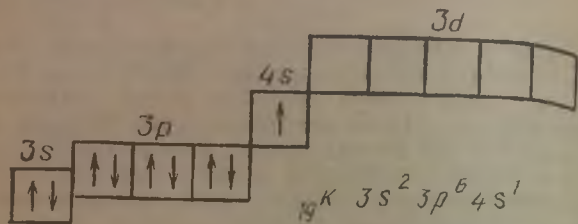
Масалан, калий элементи атомининг $4s$ — орбиталида $n=4, l=0$, буида $n+l=4$ бўлади. $3d$ — орбиталларида $n=3, l=2$, йиғиндиси $n+l=5$ бўлади. Демак, аввал $4s$, кейин $3d$ орбиталлар тўлиши керак. Са да ҳам худди шундай ҳол юз беради.

Қобикчалардаги $n+l$ қиймати тенг бўлган қобикчалар учун Клечковскийнинг иккинчи қондаси қўлланилади.

2-қоида. Агар бир неча қобикчаларда ($n+l$) қийматлари бир хил бўлса, уларда электронларнинг тўлиб бориш тартиби шу қобикчаларнинг бош квант сони қиймати ортб бориши тартибиде бўлади.

Мисол учун Са дан кейинги 21-тартибди элемент Sc ни оламиз. $3d$ - учун $n=3$ ва $l=2$, уларнинг йиғиндиси 5 бўлади. $4p$ - да $n=4, l=1$, йиғиндиси 5. $5s$ нинг

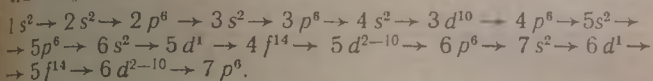
$n=5, l=0$ йиғиндиси ҳам 2-қоида бўйича $n+l$ қийма-лари тенг бўлганда орбиталлар бош квант ортиб бориши тартибда тўла боради. Демак, кейинги элементларда аввал 4s-, кейин 3d-лар тўла боради.



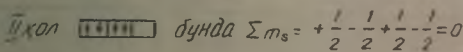
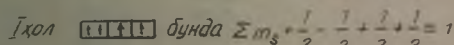
Sc дан кейинги 22 — элемент, Ti да $3s^2 3p^6 3d^4$ 23- элемент V да $3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ бўлиб, Zp га қадар шу тартибда давом этади. Шундай қилиб Sc, дан бошлаб рухдаларда сиртдан иккинчи энергетик қобиқ тўла боради. Рухдаларда 3d- энергетик қобиқ тўлади: $3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$. Рухданги 31- элемент Ga да электрон сиртқи $4p^1$ - қобиқ-

жойлашади: $3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$; 36- элемент Kg га етиб, сиртқи қобиғи 8 электронли бўлиб тўлади ($4s^2 4p^6$), у инерт газдир.

Умуман қобиқ ва қобиқчаларнинг электронлар билан тўлиш тартибини қуйидаги схема орқали ҳам ифода-лаш мумкин:



Гунд қондаси. Айни қобиқчалардаги ячейкаларда электронлар спин сонларининг арифметик йиғиндиси ($\sum m_s$) доимо максимал қийматни эгаллайдиган тартибда тақсимланиши керак, бошқача айтганда айни қобиқчалардаги барча бўш ячейкалар электронлар билан аввало биттадан тўлади, сўнгра қолган электронлар тартиб билан жуфтлана бошлайди ва спинларнинг арифметик йиғиндиси нолга тенг бўлади, масалан, p- қобиқчадаги учта бўш ячейкага тўртта электрон икки хил тартибда тақсимланиши мумкин:



Электронларнинг ячейкаларда тақсимланиши Гунд қондасига мувофиқ фақат 1-ҳолдагидек бўлиши керак, чунки бу ҳолда $1 > 0$ ва бўш ячейкалар электрон билан максимал даражада тўлган.

s-, p-, d-, f- қобиқчаларнинг ячейкалари ва улардаги максимал электронларнинг сони қуйидагича:

Қобиқча: . . . s, p, d, f.

Ячейка (орбитал) лар сони: 1, 3, 5, 7

Максимал электронларнинг

сони: 2, 6, 10, 14

Қуйидаги 12- жадвалда элементлар атомлари энергетик қобиқ ва қобиқчаларининг электронлар билан тўлиб бориши ва берилган жадвалда кўрсатилганидек, 1, 2, 3 ва 4- энергетик қобиқларда энг кўпи билан 2, 8, 18 ва 32 та электрон бўлади. Барча элементлар атомларининг энергетик қобиқларининг электронлар билан тўлиб боришига қараб етти даврга бўлинади. Биринчи

Кобик	K	L	M	N	Кобик	K	L	M	N						
п	1	2	3	4	п	1	2	3	4						
1	0	0	1	0	1	2	0	1		0	1	2	3		
Кобик-ча	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	Кобик-ча			4s	4p	4d	4f
1 H	1								37 Rb	2	8	18	2	6	
2 He	2								38 Sr	2	8	18	2	6	
3 Li	2	1							39 Y	2	8	18	2	6	1
4 Be	2	2							40 Zr	2	8	18	2	6	2
5 B	2	2	1						41 Nb	2	8	18	2	6	4
6 C	2	2	2						42 Mo	2	8	18	2	6	5
7 N	2	2	3						43 Tc	2	8	18	2	6	5
8 O	2	2	4						44 Ru	2	8	18	2	6	7
9 F	2	2	5						45 Rh	2	8	18	2	6	8
10 Ne	2	2	5						46 Pd	2	8	18	2	6	10
11 Na	2	2	6	1					47 Ag	2	8	18	2	6	10
12 Mg	2	2	6	2					48 Cd	2	8	18	2	6	10
13 Al	2	2	6	2	1				49 In	2	8	18	2	6	10
14 Si	2	2	6	2	2				50 Sn	2	8	18	2	6	10
15 P	2	2	6	2	3				51 Sb	2	8	18	2	6	10
16 S	2	2	6	2	4				52 Te	2	8	18	2	6	10
17 Cl	2	2	6	2	5				53 I	2	8	18	2	6	10
18 Ar	2	2	6	2	6				54 Xe	2	8	18	2	6	10
19 K	2	2	6	2	6	1			55 Cs	2	8	18	2	6	10
20 Ca	2	2	6	2	6	2			56 Ba	2	8	18	2	6	10
21 Sc	2	2	6	2	6	1	2		57 La	2	8	18	2	6	10
22 Ti	2	2	6	2	6	2	2		58 Ce	2	8	18	2	6	10
23 V	2	2	6	2	6	3	2		59 Pr	2	8	18	2	6	10
24 Cr	2	2	6	2	6	4	2		60 Nd	2	8	18	2	6	10
25 Mn	2	2	6	2	6	5	2		61 Pm	2	8	18	2	6	10
26 Fe	2	2	6	2	6	6	2		62 Sm	2	8	18	2	6	10
27 Co	2	2	6	2	6	7	2		63 Eu	2	8	18	2	6	10
28 Ni	2	2	6	2	6	8	2		64 Gd	2	8	18	2	6	10
29 Cu	2	2	6	2	6	10	1		65 Tb	2	8	18	2	6	10
30 Zn	2	2	6	2	6	10	2		66 Dy	2	8	18	2	6	10
31 Ga	2	2	6	2	6	10	2	1	67 Ho	2	8	18	2	6	10
32 Ge	2	2	6	2	6	10	2	2	68 Er	2	8	18	2	6	10
33 As	2	2	6	2	6	10	2	3							10
34 Se	2	2	6	2	6	10	2	4	69 Tm	2	8	18	2	6	10
35 Br	2	2	6	2	6	10	2	5	70 Yb	2	8	18	2	6	10
36 Kr	2	2	6	2	6	10	2	6	71 Lu	2	8	18	2	6	10

ТАҚСЫМАЛАНЫШ

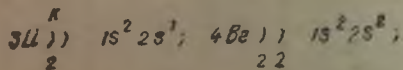
Кобик	K	L	M	N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Q					
п	1	2	3	4	п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Q					
1	0	1	0	1	2	0	1			0	1	2	3	0	1	2	0			
Кобик-ча	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	Кобик-ча				5s	5p	5d	5f	6s	6p	6d	7s
1									72 Hf	2	8	18	32	2	6	2				2
2									73 Ta	2	8	18	32	2	6	3				2
3									74 W	2	8	18	32	2	6	4				2
4									75 Re	2	8	18	32	2	6	5				2
5									76 Os	2	8	18	32	2	6	6				2
6									77 Ir	2	8	18	32	2	6	7				2
7									78 Pt	2	8	18	32	2	6	9				1
8									79 Au	2	8	18	32	2	6	10				1
9									80 Hg	2	8	18	32	2	6	10				2
10									81 Tl	2	8	18	32	2	6	10				2
11									82 Pb	2	8	18	32	2	6	10				2
12									83 Bi	2	8	18	32	2	6	10				2
13									84 Po	2	8	18	32	2	6	10				2
14									85 At	2	8	18	32	2	6	10				2
15									86 Rn	2	8	18	32	2	6	10				2
16									87 Fr	2	8	18	32	2	6	10				2
17									88 Ra	2	8	18	32	2	6	10				2
18									89 Ac	2	8	18	32	2	6	10				2
19									90 Th	2	8	18	32	2	6	10				2
20									91 Pa	2	8	18	32	2	6	10				2
21									92 U	2	8	18	32	2	6	10				2
22									93 Np	2	8	18	32	2	6	10				2
23									94 Pu	2	8	18	32	2	6	10				2
24									95 Am	2	8	18	32	2	6	10				2
25									96 Cm	2	8	18	32	2	6	10				2
26									97 Bk	2	8	18	32	2	6	10				2
27									98 Cf	2	8	18	32	2	6	10				2
28									99 Es	2	8	18	32	2	6	10				2
29									100 Fm	2	8	18	32	2	6	10				2
30									101 Md	2	8	18	32	2	6	10				2
31									102 No	2	8	18	32	2	6	10				2
32									103 Lr	2	8	18	32	2	6	10				2
33									104 Ku	2	8	18	32	2	6	10				2
34									105 Ns	2	8	18	32	2	6	10				2

даврдa битта энергетик қобикга эга бўлган элементлар (H, He лар), иккинчи даврдa иккита энергетик қобикчага эга бўлган элементлар (Li, Be, B, C, O, F ва Ne лар), учинчи давр учта энергетик қобикга эга бўлган элементлар (Na, Mg, Al, Si, P, Cl, Ar лар), тўртинчи даврдa тўртта энергетик қобикга эга бўлган элементлар (K, Ca, Sc, Ti ва бошқалар) кўрсатилган.

Электронларнинг энергетик поғоналарга кетма-кет жойлашишига қараб, Д. И. Менделеев даврий системасидаги барча элементлар тўртта оилага, яъни тўрт гуруҳга бўлинган. Бундай оилаларга: s- элементлар (14 та элемент), p- элементлар (30 элемент), d- элементлар (33 элемент) ва f- элементлар (28 элемент) киради. Биз бу элементларни қуйида кўриб қоламиз.

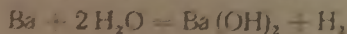
s- элементлар, s- энергетик поғоналари электронлар билан тўлиб борадиган элементларга s- элементлар дейилади ва уларга 14 элемент киради.

s- элементлар ҳозир қўлланилаётган Д. И. Менделеев даврий системасида қизил рангда кўрсатилади. Бундай элементларга: H, He, Li, Be, Na, Mg, K, Ca, Rb, Sr, Cs, Ba, Fr ва Ra лар киради. s- энергетик поғоналарида битта электрон иккитадан электронлари бўлади. Масалан, литийда $2s^2$ бериллийда эса $2s^2$ — ҳолатда:



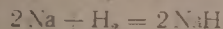
I ва II группанинг асосий группача элементлари кимёвий реакцияларда кучли қайтарувчи ролини ўйнайдилар.

Қайтарувчилик хоссаси ишқорий металллар Li, Na, K ва Ba да шу қадар кучлики, улар сув таркибидаги водородни сиқиб чиқарадилар ва ишқор ҳосил қиладилар:



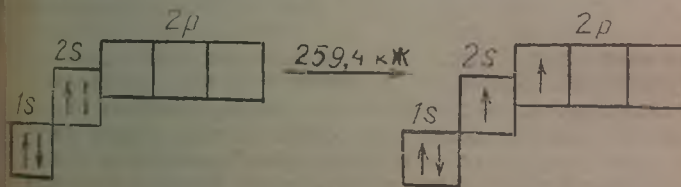
Калий сув билан аланга ҳосил қилиб кимёвий реакцияга киришади, зунки ажралаётган водород шу вақтнинг ўзида ҳаво кислороди ёрдамида ёниб кетган. Рубидий ёки цезий сув билан реакцияга киришганда

портлаш юз беради. Ишқорий металллар водород билан реакцияга киришганда ҳам оксидланадилар, яъни металл гидридларини ҳосил қиладилар:

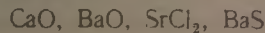


Ишқорий металлларнинг валентликлари уларнинг кимёвий бирикмалари таркибида ҳам ўзгармас, бир валентли бўлиб қоладилар, чунки уларда жуфтлашмаган тоқ электрон бор. Шунинг учун ҳам уларнинг оксидланиш даражалари асосий ҳолатда 0, бирикмаларда эса доимо +1 га тенгдир.

Иккинчи группанинг асосий группача элементлари металллик хоссаларига эга. Асосий ҳолатда уларнинг оксидланиш даражалари 0, уларда s- поғоначасида электронлари жуфтлашган, ammo бундай ҳолатда улар реакцияга киришаолмайди, қўзғалиш энергиялари жуда паст, масалан, бериллийда 259,4 кЖ га тенг. Шунинг учун ҳам 2s- орбиталдаги битта электрон осонгина 2p- орбиталга ўтиб, иккита тоқ электрон ҳосил қилади ва бошқа элементлар билан бирикканда икки валентликни намоён қилади. Масалан, бериллийнинг асосий ва қўзғалган ҳолати қуйидагича бўлади:



Шунинг учун ҳам уларнинг атомлари учун асосий ҳолатда оксидланиш даражалари 0 бўлса, кислород билан ёки бошқа элементлар билан ҳосил қилган кимёвий бирикмаларида уларнинг оксидланиш даражалари +2 га тенг бўлади. Масалан:



p- элементлар.

p- энергетик поғоналари электронлар билан тўлиб борадиган элементларни p- элементлар дейилади. p- элементлар даврий система жадвалида сариқ рангда тасвирланган. p- элементларига: III—VIII группа

элементлари (гелийдан ташқари) кирадилар. Жамъ бўлиб, уларнинг сони 30 та. Уларнинг валентлиги асосан атомларининг ташқи орбиталидаги электронларнинг сони билан ўлчанади. *p*- элементларнинг *s*- ва *p*- поғоначаларидаги валентлиги ва оксидланиш даражалари қуйидагича бўлиши мумкин:

Группалар	III	IV	V	VI	VII	VIII
валент қобигининг асосий ҳолатдаги электрон конфигурацияси	ns^2np^1	ns^2np^2	ns^2np^3	ns^2np^4	ns^2np^5	ns^2np^6
қўзғалган ҳолатдаги электрон конфигурациялари	ns^1np^2	ns^1np^3	ns^2np^3	ns^2np^4	ns^2np^5	ns^2np^6
тоқ электронлар сони	3	4	3	2	1	0

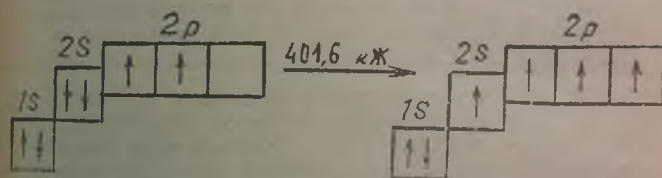
p- элементлар кимёвий бирикмаларида ҳар хил оксидланиш даражаларини намоён қилишлари мумкин, яъни *s*- ва *p*- поғоначаларида жойлашган электронлари ҳисобига турли оксидланиш даражаларига эга бўладилар. III группа элементларининг ташқи орбиталларида учта электрон бўлиб, икkitаси *s*- поғоначада ва биттаси *p*- поғоначада жойлашганлиги учун улар 1 дан 3 гача оксидланиш даражасига эга бўладилар. Кўпчилик *p*- элементларида оксидланиш даражасининг юқори бўлишига сабаб, уларнинг жуфтлашган электронлари бўш орбиталларга ўтиши натижасида тоқ электронларнинг кўпайганлигидир. Масалан, бор асосий ҳолатда бўлганда унинг оксидланиш даражаси 1 га тенг бўлса, қўзғалган ҳолатда 3 га тенг бўлади, чунки унинг 2 *s*- орбиталидаги жуфтлашган электронларнинг бири 2 *p*- қобиқчанинг бўш ячейкасига кўчганлиги сабабли учта тоқ электрон ҳосил бўлади, бу эса унинг оксидланиш даражасини +1 дан +3 гача кўтарди.

Шунинг учун III группанинг кўпчилик элементларининг максимал оксидланиш даражалари +3 га тенгдир.

Бу элементлар ичида V фақат қайтарувчи хоссасига эга бўлиб қолмасдан, балки оксидловчи хоссасини ҳам намоён қилади, чунки у оксидланиш даражаси -3 бўлган бирикмалар ҳам ҳосил қилади. Металлик хоссалари I ва II группа элементларига қараганда III-

группа элементларида сустроқ бўлади. Бор кислота ҳосил қилувчи элементдир. Шунингдек, алюминий, галлий ва индийларнинг оксид ва гидроксидлари амфотер хоссага эга, фақат таллий асосли хоссага эга бўлган TlOH ҳосил қилади.

Углерод 2 ва 4 валентликни намоён қилади. У асосий ҳолатда бўлганда +2 валентликни намоён қилади, аммо қўзғалган ҳолатда 2s- орбиталдаги жуфтлашган электронлардан бири 2p- қобиқчанинг бўш орбиталига кўчиши муносабати билан 4 та тоқ электрон ҳосил бўлганлиги учун унинг оксидланиш даражаси +2 дан +4 гача кўтарилади, яъни:



С асосий ҳолатда бўлганда $1s^2 2s^2 2p^2$

${}^6\text{C}$ қўзғалган ҳолда $1s^2 2s^1 2p^3$

d-элементлар. d-энергетик поғоначалари электронлар билан тўлиб борадиган элементларга d-элементлар дейилади, улар даврий система жадвалида кўк рангда кўрсатилади. d- элементларига 33 элемент киради. d- элементларига фақат қўшимча группача элементлари кирадилар. d- элементларнинг ташқи электрон қаватларида иккита ёки битта электрон жойлашган бўлади, лекин палладийнинг ташқи s- орбитасида электронлар йўқ, чунки s- орбиталдаги электронлар d- орбиталга кўчган.

d- элементлари ўзгарувчан валентлик ва ўзгарувчан оксидланиш даражаларига эга бўладилар, чунки кимёвий жараёнлар ва уларнинг фақат ташқи орбиталдаги ns^2 - ёки ns^1 - электронларигина эмас, балки nd- қобиқчадаги электронлари ҳам қатнашади. Масалан, скандий группачасидаги элементларнинг қўзғалган ҳолатларида фақат s- қобиқчадаги электронларигина эмас, балки d- қобиқчадаги электронлари ҳам кимёвий жараёнларда иштирок этади. Шунинг учун ҳам скандийнинг валентлиги ва оксидланиш даражаси +3 га тенгдир. Қу-

Йидаги жадвалда d -элементларнинг қобиқчаларда электронларнинг жойлашиш тартиби келтирилган.

13-жадвал

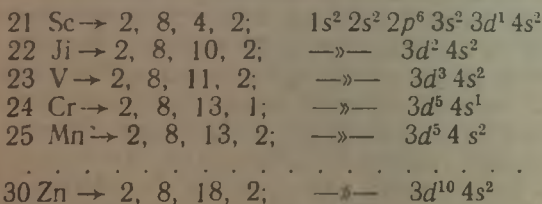
d -элементларнинг s - ва d -қобиқчадаги электронлар конфигурацияси

Электронлар сони

III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II
nd^1ns^2	nd^2ns^2	nd^3ns^2	nd^4ns^2 nd^5ns^1	nd^5ns^2	$3d^64s^23d^74s^13d^84s^2$ $4d^75s^14d^85s^14d^105s^0$ $5d^66s^5d^76s^25d^96s^1$	$nd^{10}ns^1$	

VII ва VIII группа қўшимча группачада жойлашган Mn , Fe , Co , Ni каби элементларнинг асосий валентлигини $3d^44s^2$, $3d^64s^2$, $3d^74s^2$, $3d^84s^2$ поғоначаларда жойлашган электронлар ташкил этади. Шунинг учун ҳам улар 7, 6, 5, 4, 3, 2 каби оксидланиш даражаларини намоён қиладилар. VIII группа элементларидан фақат рутений билан осмий +8 оксидланиш даражасини ҳосил қиладилар.

Қуйида баъзи d -элементларнинг қобиқ ва қобиқчаларда электронларнинг тақсимланишига мисоллар келтираемиз:



f-элементлар. f-энергетик қобиқчалари электронлар билан тўлиб борадиган элементларга f-элементлар дейилади ва улар даврий система жадвалида қора рангда кўрсатилади. f-элементлар оиласига 28 та элемент киряди. f-элементларни асосан лантаноидлар (58—71 гача бўлган элементлар) ва актиноидлар (90—104 гача бўлган элементлар) ташкил этади. Уларнинг ташқи орбиталларида ($6s^2$ —лантаноидларда ва $7s^2$ —актиноидларда) иккитадан электронлари, шунингдек ташқи орбитал-

дан олдинги орбиталларида ($5s^25p^6$ — лантаноидларда, $6s^26p^6$ — актиноидларда) саккизтадан ёки тўққизтадан ($5s^25p^65d^1$ — лантаноидларда, $6s^26p^66d$ — актиноидлар) электронлари бўлади.

Лантаноид ва актиноидларнинг валентлиги ташқи орбитасидаги иккита s -поғонача электронлари, шунингдек d -орбиталдан битта электрон қатнашиши билан белгиланади. Улар учун асосан $+3$ оксидланиш даражаси характерли. Аммо Ho, Ce, Pr, Tb ва Dy лар баъзан $+4$ оксидланиш даражасини ҳам намоён қиладди. Демак, улар фақат четки орбитасидаги 2 та 3- электронларинигина эмас, балки $4f$ -орбиталдан ҳам электронларини бериб реакцияда қатнашадилар. Sm, Eu, Tm, Yb каби элементлар $+2$, $+3$ оксидланиш даражаларини ҳам ҳосил қиладилар, чунки улар ташқи 2 та s -электронларидан ташқари $4f$ -орбиталларидан электронлар беришга қодирлар.

Актинондлар ҳар хил оксидланиш даражаларини намоён қиладилар, яъни улар $+2$ дан $+7$ гача оксидланиш даражасига эгадир. Тартиб номерлари ортиши билан оксидланиш даражалари ҳам $+4$ дан $+7$ гача ўзгаради. Юқорида кўриб ўтилган элементлар туркумига хос бўлган хусусият шундан иборатки, уларда элементнинг кимёвий хусусияти унинг ташқи валент қобиғидаги электронлар сонига боғлиқ. Тўғалланган қобиқ электронлари атомнинг ўзак электронлари деб ҳисобланади ва улар кимёвий жароёнларда иштирок этмайди.

4.5. НЕЙТРАЛ АТОМЛАРНИНГ КИМЁВИЙ РЕАКЦИЯЛАР ДАВОМИДА ЎЗГАРИШИ

Кимёвий реакциялар давомида атомнинг ядроси ва ўзак электронлари ўзгармай қолади. Атомларнинг кимёвий хоссалари уларнинг электрон қаватларининг структура тузилишига боғлиқдир. Кимёвий реакциялар пайтида фақат валент қобиқ электронлари муҳим роль ўйнайдилар.

Ядродан узоқда бўлган электронлар ядрога кучсизроқ тортилиб турадилар. Улар ташқи куч таъсирида атомдан осон чиқиб кетадилар.

Барча элементлар металл ва металлоидларга бўлинади. Металлар учун металл боғланиш характерли бўлиб, металлардаги эркин электронлар ташқи таъсир

(иссиқлик, электр токи, ёруғлик) ни бир жойдан иккинчи жойга ташийдилар. Аммо шуни унутмаслик керакки, металллар билан металлоидлар ўртасида маълум бир чегара йўқ.

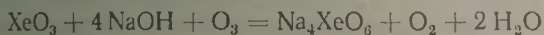
Кўпчилик металл атомлари ўзларининг ташқи орбиталларида 1—2 электронларини сақлийдилар, фақат IV группадagi бир неча элементларининг ташқи валент орбиталларида 4 тадан электрон бўлади.

Даврий системада металллар I, II, III группаларда шунингдек IV группادا (C ва Si дан ташқари) ва V группادا (N, P, As дан ташқари) асосан металллар жойлашган. Қўшимча группача элементлари ҳам металл хоссасига эга. Умуман, даврий системанинг 80% ини металллар ташкил қилади. Металллар оксидланиш-қайтарилиш реакцияларда электронларини осонгина бериб оксидланадилар, ўзлари мусбат зарядланиб бошқа элементларни қайтарадилар. Шунинг учун ҳам, барча металллар қайтарувчилардир. Металллар манфий зарядли оддий ионлар ҳосил қилмайдилар. Металлларнинг ташқи электронларини осонгина ўзилиб кетишига фақат кимёвий реакциялардагина эмас, балки ҳар хил физикавий жараёнлар ҳам таъсир этадилар. Масалан, ёруғлик, иссиқлик, электр токи таъсирида ҳам металллар тез электронларини йўқотиб мусбат ионларга айланадилар.

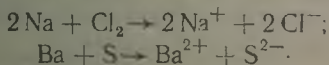
Металл ионларининг қайтарувчилик хоссасига уларнинг ионланиш потенциали ва электрокимёвий стандарт потенциали ҳам муҳим роль ўйнайдилар.

Металмас элементлар атомлари (инерт газлар, водород ва бордан ташқари) ташқи орбиталларида 4, 5, 6 ва ҳатто 7 тадан электронга эга. Металлмасларга VII группа асосий группача элементлари: F, Cl, Br, J, At; VI группадан: O, S, Se, Te; V группадан: N, P, As; IV группадан: C, Si ва шунингдек H, B ҳамда инерт газлар: He, Ne, Ar, Xe, Kr ва Rn лар кирадилар. Металмас элементлар атомлари (инерт газлардан ташқари) кимёвий реакцияларда элементар манфий зарядли ионларни ҳосил қиладилар. Бу элементлар ўз структура тўзлишига кўра ва реакция шароитига қараб, электронларни бириктириб оладилар ва кимёвий реакцияларда оксидловчи вазифасини бажаради. Баъзилари эса қайтарувчи хоссасини ҳам намоён қиладилар. Аммо оксидловчилик хоссаси қайтарувчанлик хоссасидан кучлироқдир.

Инерт газлар He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn нинг ташқи орбиталари гелийда $1s^2$ билан тугаса, VIII группанинг бошқа элементлари атомларининг ташқи орбиталари ns^2np^6 билан тугайди. Узоқ йиллар давомида инерт газлар электрон бермайди ҳам, электрон бириктириб олмайди ҳам ва шунинг учун кимёвий бирикмалар ҳосил қилмайди, деган тушунча билан келинди. Лекин 1962 йилда Н. Бартлетт ксенон PtF_6 билан оксидланишини ва комплекс бирикма $Xe^+[PtF_6]^-$ ҳосил қилишини исботлади. Шундан сўнг нодир деб аталадиган газларнинг жуда кўп бирикмалари синтез қилинади. Электр токи таъсирида ёки қиздириш орқали фтор билан KrF_2 , XeF_2 , KrF_4 ва RnF_4 каби бирикмалар олинди. Шунингдек XeF_4 , XeO_3 , XeO_4 каби бирикмаларини ҳам ҳосил қилинди. Кучли оксидловчи озон O_3 таъсирида ксеноннинг оксидланиш даражаси +8 бўлган бирикмаси ҳосил қилинди:



Нейтрал атомларнинг бир-бирига яқинлашиши ва тўқнашиши натижасида бир атом электрон қабул қилса, иккинчиси электронларини беради. Электронларини берган атом мусбат, қабул қилганлари эса манфий зарядланган ҳолга ўтади:



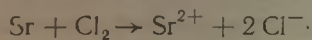
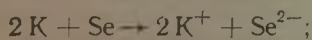
Жуда кўп элементларнинг атомлари мусбат зарядландилар (фақат фтордан ташқари) ва қайтарувчанлик хоссасига эга бўладилар. Агар атомнинг ташқи орбитасида битта электрон бўлса ва у s-элементларга кирса, бундай элемент битта электронини осон бериб +1 мусбат зарядли заррачага айланади. Масалан, ишқорий металллар: +1 мусбат ионларга айланадилар. Агар элемент атомининг ташқи орбитасида иккитадан электрон бўлса, у ўша электронларини осон йўқотиб, +2 мусбат зарядланган ионга айланади.

Агар элемент атомининг ташқи орбитаси жуфт электронлар (тўртта, олтига ёки саккизта) билан тугаса, электронлар жуфт-жуфт бўлиб ажраладилар. Масалан, қалайнинг ташқи электрон поғонаси тўртта электрондан ($5s^25p^2$) иборат. Шунинг учун ҳам, қалай аввал Sn^{2+} ионини, сўнгра Sn^{4+} ни ҳосил қилади.

Ташқи орбитаси бешта ёки еттита электрон бўлган атомлар (VII ва V группанинг бош гуруҳи пача элемент атомлари*) бир неча ионларни ҳосил қиладилар. *d*-элементларининг аввало ташқи орбитасидаги электронлар узилади, сўнгра ташқаридаги иккинчи орбиталдаги электрон узилади /-элементлар (лантаноид ва актиноидлар) да ташқи электронлар бикчасидаги электронларни аввал атомдан ажратиб сўнгра ички *d*- орбиталдаги тоқ электронлар атомдан ажралабошлайди ва натижада 2, 3, 4, 5, 6 оксидланиш даражага эга бўлган бирикмаларни ҳосил қиладилар. Лантаноидлар уч мусбат зарядли ионларни ҳосил қиладилар. Бундан ташқари Ce, Pr, Nd ва Tb лар оксидланиш даражаси мусбат тўрт бўлган бирикмаларни ҳосил қиладилар, Sm, Eu ва Gd лар мусбат икки зарядли ионлар ҳосил қиладилар.

Актиноидлар ўзларининг кимёвий бирикмаларида қуйидаги оксидланиш даражаларини намоён қилишлари мумкин: Th —3, 4; Pa —2, 3, 4, 5; U —3, 4, 5, 6; Np —3, 4, 5, 6, 7; Pu —3, 4, 5, 6, 7; Am —3, 4, 5, 6; Cm —3, 4; Bk —3, 4; Cf —2, 3; Es —3; Fm —3; Md —2, 3.

Ташқи орбиталида бешта, олтита, еттита электрон бўлган металлмаслар учта, иккита ёки битта электрон бириктириб, ташқи орбитасини саккизта электронга тўлдиришга ҳаракат қилади ва манфий зарядли ионларни ҳосил қиладилар. Масалан:



Атомларининг ташқи орбитасида битта, иккита ёки учта электрони бўлган элементлар манфий зарядли ионларни ҳосил қилаолмайдилар (бор ва водороддан ташқари) чунки улар ташқи орбиталларини саккизта электронга тўлдириш учун бешта, олтита ёки еттита электрони бириктира олмайдилар. Бундай ҳолатни амалга ошириш катта энергия сарф қилишни талаб қилади.

Шуни яна бир марта таъкидлаш керакки, мусбат

* — Элементар ионлар тили маълум: $3^-, 3^+, 3^{2+}, 3^{2-}, 3^{3+}$ ва мада қуйидаги ионлар бўлиши мумкин: $NO_2^-, NO_3^-, SO_3^{2-}, SO_4^{2-}, ClO_4^-$ аммо $N^{3+}, N^{6+}, S^{4+}, S^{6+}$ бўлмайди.

зарядли ионларни металллар, манфий зарядли ионларни эса металлмаслар ҳосил қиладилар.

Қуйидаги жадвалларда оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида ўзининг ташқи энергетик қаватида электронларининг сонини ўзгартирувчи элементлар берилган.

14-жадвал

Ўзининг ташқи қаватида электронларининг сонини ўзгартирувчи элементлар

Элемент	Тартиб номери	Атомнинг электрон қобиғидаги электронлар сони	Ионлар	Ионлар электрон қаватларининг тузилиши
Na	11	2; 8; 1	Na^+	2, 8
Mg	12	2; 8; 2	Mg^{2+}	2, 8
Al	13	2, 8, 3	Al^{3+}	2, 8
Si	14	2, 8, 4	—	—
P	15	2, 8, 5	—	—
S	16	2, 8, 6	S^{2-}	2, 8, 8
Cl	17	2, 8, 7	Cl^-	2, 8, 8
Ar	18	2, 8, 8	—	—

Кейинги жадвалда оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида қатнашишга мойил бўлган атом ва ионлар берилган.

15-жадвал

Атом ёки ион	Электрон қаватларининг тузилиши	Чиқарилган электронлар	Бириктириш мумкин бўлган электронлар
		максимал сони	
Na	2, 8, 1	1	0
Na^+	2, 8	0	1
Mg	2, 8, 2	2	0
Mg^{2+}	2, 8	0	2
Al	2, 8, 3	3	0
Al^{3+}	2, 8	0	3

Кимёвий реакцияларда атомлар ва ионларнинг салари кўпинча, уларнинг электронлар ядролари боғланиш энергиясининг катталиги ва кимёвий нишнинг мустаҳкамлигига боғлиқ бўлади. Электроннинг ядро билан қанчалик даражада боғлиқлиги электронни ядро томонидан тортилиб туриши нинг ядрога яқин ёки узоқ жойлашганлигига боғлиқ. Электрон ядрога қанча яқин турса, у шунча кам тортилиб туради, аксинча электрон ядродан узоқда жойлашган бўлса, у шунчалик бўш тортилади ва озгина куч таъсирида атом таркибидан чиқади.

Атомларнинг радиуси, ионланиш энергияси, электронга мойиллиги, электр манфийлиги каби хоссалар атомнинг электрон конфигурацияси билан боғлиқ.

Атом радиуси қанчалик катта бўлса, ташқи электронлар шунчалик заиф боғланган бўлади ва аксинча атом радиуси кичиклашиши билан электронлар ядро кучлироқ тортила бошлайди.

Ионланиш энергияси — ядро билан боғланган электронни атомдан ўзиб чиқариш учун сарфланган минимал энергиядир. Бу энергия, одатда, электрон вольтларда (эВ) ифодаланади.

Ҳар бир даврдаги элементлар учун ионланиш энергияси чапдан ўнгга томон ортиб боради, чунки шу даврда атом ядросининг заряди ортиб боради. Группаларда бу энергия электронларнинг ядродан узоқда ортиб борганлиги сабабли юқоридан пастга туширилади сари камайиб боради. Ионланиш энергияси (J) элементларнинг кимёвий хоссалари билан боғлиқ.

Ишқорий металллардан электронлар осонликчи ралади. Улардан электрон ажралишида талаб қилинадиган энергияси қуйидагичадир:

Элемент	Li	Be	B	C	N	O
Радиуси, нм ҳисобида:	0,155;	0,113;	0,091;	0,077;	0,071;	0,066;
Ионланиш потенциал J, Эв ҳисобида:	5,39;	9,32;	8,29;	11,26;	14,53;	13,61;

А. Элементнинг электронга мойиллиги

Маълумки, Д. И. Менделеев даврий системасида ҳар қайси давр ичида чапдан ўнгга ўтган сайин атомнинг ўзига электрон бириктириб олиш хоссаси орта боради. Атом ўзига электрон бириктириб олиб, ўша элементнинг манфий ионига айланади. Элемент атоми бир электрон бириктириб олганда ажралиб чиқадиган энергия миқдорига айни элементнинг электронга мойиллиги дейилади. Бу миқдор $kЖ \cdot \text{моль}^{-1}$, $\text{ккал} / \text{моль}^{-1}$ ёки электрон-вольтлар* билан ўлчаниб, E ҳарфи билан белгиланади. Элементнинг электронга мойиллиги қанчалик катта бўлса, унинг металлмаслик хоссалари шунчалик кучли ифодаланган бўлади. Элемент атомларининг электронга мойиллик энергиясининг ишораси ионланиш энергиясиникига тескари бўлади, яъни E муқобат катталикка эга бўлади. Элементлар даврий системасида ионланиш потенциалининг мутлақ қиймати группа ва даврларда қайси тартибда ўзгариб боради, E ҳам шу тартибда ўзгариб боради. Баъзи элементларнинг электронга мойиллик қиймати қуйидаги 16-жадвалда келтирилган.

16-жадвал

Элемент	E, эВ	Элемент	E, эВ	Элемент	E, эВ	Элемент	E, эВ
H	0,754	C	1,27	Na	0,54	B	3,54
He	-0,22	N	-0,21	Mg	-2,4	I	3,29
Li	0,593	O	1,467	Al	0,52		
Be	-2,5	F	3,45	Cl	3,61		
B	0,30	Ne	-0,34	K	0,52		

Б. Электрманфийлик

Элементларнинг металлмаслик хоссаларини яққол намоён қилиш учун электрманфийлик (ЭМ) тушунчаси киритилган. Элементнинг ионланиш потен-

* Ионланиш потенциали Эв билан берилган бўлса, уни ккал моль. га айлантириш қийин эмас: $\text{Эв} = 4,88 \cdot 10^{-10} / 299,8 = 1,628 \cdot 10^{-12}$ эрг; элементнинг 1 моль миқдориди Авагадро сонига тенг атомлар бўлгани учун $6,02 \cdot 10^{23}$ га кўпайтирамиз; $1 \text{кЖ} = 1 \cdot 10^{10}$ эрг бўлгани учун $1 \cdot 10^{10}$ га бўламиз: $1,602 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{1 \cdot 10^{10}} = 96,5 \text{кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$.

циали қанчалик кичик бўлса, у элемент шунчад кучли металл хоссасига эга бўлади. Шунинг Д. И. Менделеев даврий системасида ҳар қайси даврий чардан ўнг томон ўтган сайин элементларнинг ниш энергиялари ортиб боради. Масалан, Li нинг ниш потенциалли 5,39 эВ га; Be ники 9,32 эВ; F нинг ниш потенциалли 17,42 эВ га тенг.

Даврий системанинг ҳар қайси группасида юқоридан пастга тушиш тартибидан ионланиш энергияси камайиб боради. Масалан, натрийнинг ионланиш потенциалли 5,14 эВ, калийники эса 4,34 эВ. Даврий элементнинг электрманфийлиги унинг ионланиш энергияси билан электронга мойиллиги йиғиндисининг тенг деб қабул қилсак:

$$\text{ЭМ} = \frac{E + J}{2}$$

$E + J$ қиймати катта бўлган элемент атомни молекула таркибидан электронни ўзига тортишга интилади осонлик билан манфий ион ҳолатига ўтади.

Элементларнинг металллик ва металлмаслик хоссаларини таққослаб кўриш учун Р. Малликен ва Л. Полинг

нинг электрманфийликнинг нисбий қийматларидан фойдаланишни таклиф қилдилар.

Электрманфийликка (ЭМ) 1932 йил Л. Полинг таъриф берди: электрманфийлик молекуладаги атомнинг ўзига электронларни тортиш хусусиятидир.

Литийнинг электрманфийлиги 1 деб қабул қилинди. Юқоридан 17-жадвалда элементларнинг нисбий электрманфийлиги (НЭМ) берилган.

4.7. ҚАЙТАРУВЧИ ВА ОКСИДЛОВЧИЛАР

Нейтрал атомлар қайтарувчи ва оксидловчи ҳам бўлиши мумкин; манфий зарядли металлмаслар, паст мусбат оксидланиш даражасига эга бўлган металллар, мураккаб ион ва молекулалар, электролиз жараёнида қайтарувчи бўлиши мумкин.

4.7.1. Нейтрал атомлар

Металларнинг электрнейтрал атомлари типик қайтарувчилардир. Металларга барча s- элементлар (H ва He дан ташқари), d-, f- элементлар ва ўнта р- элементлар киради. Қайтарувчилик хоссасини бир неча металлмаслар, масалан, водород ва углерод (s- ва р- элементлар) ҳам намоён қиладилар.

Кимёвий реакцияларда металллар қуйидаги схема бўйича электронларини берадилар ва мусбат зарядли ионларини ҳосил қиладилар: $\text{Me} - \text{e} \rightarrow \text{Me}^{n+}$. Аммо улар электрон бириктира олмайдилар.

Металларнинг қайтарувчилик хоссалари асосан уларнинг агрегат ҳолатларига, реакция муҳитига, атомларининг радиусларига ва валент электронларининг сонига боғлиқдир. Д. И. Менделеев даврий системанинг биринчи ва иккинчи бош группачаларида жойлашган ишқорий ва ишқорий-ер металлари, шунингдек лантанонид ва актиноидлар бирмунча кучли қайтарувчилар ҳисобланадилар. Пассив металллар Au, Ag, Pt, Os, Ir, Pd, Ru, Rh кабилар жуда қийин оксидланадилар. Улар юқори ионланиш потенциалли қийматига эга. Даврий системанинг асосий группача элементлари нейтрал атомларида қайтарувчилик хоссаси уларнинг тартиб номерлари ортиб бориши билан ортади. Масалан, литий-дезий қаторида бошқа элементлар: K, Na,

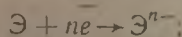
Элементларнинг нисбий электрманфийлиги (НЭМ) қийматлари

Даврлар	Группалар						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	2	3	4	5	6	7	8
1	H 2,1						
2	Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
3	Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
4	K 0,8	Ca 1,0	Sc 1,3	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8
5	Rb 0,8	Sr 1,0	V 1,3	Sn 1,8	Sb 1,9	Te 2,1	I 2,5
6	Cs 0,7	Ba 0,9	Zn 1,0	Pb 1,9	Bi 1,8	Po 2,0	At 2,5
7	Fr 0,7	Ra 0,9	Ac 1,0				

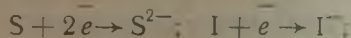
Ра га нисбатан литийда қайтарувчилик хоссаси мунча пастдир. Цезийда эса қайтарувчилик хоссаси бошқа элементларга қараганда юқоридир.

4.7.2. Металлмасларнинг манфий зарядли ионлари

Металлмасларнинг нейтрал атомлари битта ёки неча электронни бириктириб олиб, қуйидаги схемада ўзларининг манфий зарядли ионларини қиладилар:



Масалан, олтингугурт, галогенлар атомларининг ташқи орбиталаридаги олтига ёки еттига электронлари устига тегишли тартибда иккита ёки электрон бириктириб, ташқи орбиталарини саккиз электронли қобиққа айлантириб, манфий зарядли ионларини ҳосил қиладилар:



Ана шундай манфий зарядли заррачалар кучли қайтарувчи хоссасини намоён қилиб, кимёвий реакцияларда фақат ортикча қабул қилиб олган ва заррачаларни боғланган электронларининггина эмас, балки ўз атомлари таркибидаги электронларини ҳам бериб юзатадилар. Бунда металлмас канча актив оксидловчи бўлганлиги манфий ион ҳолатида бўлганда қайтарувчилик хоссаси шунча паст бўлади. Агар оксидловчи хоссаси паст бўлса, манфий ион ҳолатида қайтарувчилик хоссаси шунча юқори бўлади.

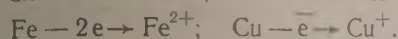
Манфий зарядли ионнинг радиуси қанча катта бўлса, унинг қайтарувчилик хоссаси шунча юқори бўлади. Масалан, галогенлар группасида J^{-} ионида Br^{-} ва I^{-} ионларига нисбатан қайтарувчилик хоссаси юқоридир.

Қайтарувчи ролини қуйидаги манфий зарядли ионлар (S^{2-} , Se^{2-} , Te^{2-} , I^{-} , Br^{-} лар), шунингдек кимёвий бирикмалар (H_2S , H_2Se , H_2Te , HI , HBr) ва уларнинг турлари (NH_3 , SbH_3 , AsH_3 , PH_3 ва бошқалар) бажариши мумкин.

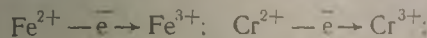
4.7.3. Паст оксидланиш даражасига эга бўлган мусбат зарядли металл ионлари

Паст оксидланиш даражасига эга бўлган мусбат зарядли металл ионлари ташқи орбитасидаги битта ёки иккита электронларини йўқотган нейтрал атомларидан

ҳосил бўладилар. Масалан, қалай, хром, темир ва мис атомлари бошқа моддалар билан кимёвий реакцияларга киришиб, аввал минимал даражада электронларини бошқа элементларга беришлари натижасида паст даражали мусбат зарядли ионларини ҳосил қилишлари мумкин:



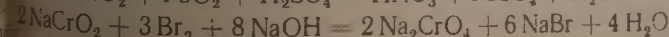
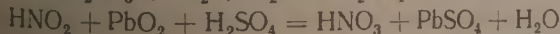
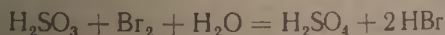
Паст оксидланиш даражаларига эга бўлган мусбат зарядли металл ионлари юқори оксидланиш даражасига эга бўлган ионларини ҳосил қилсалар, улар қайтарувчи хоссаларини намоён қилган бўлади. Масалан:

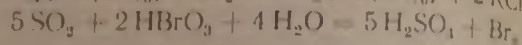
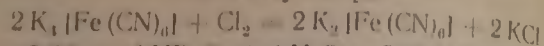
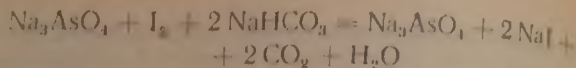


Cr^{3+} иони ишқорий муҳитда яна учта электрон бериб, CrO_4^{2-} га ёки кислотали муҳитда $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ га айланиши мумкин, шунингдек Fe^{3+} иони яна учта электрон чиқариб, FeO_4^{-} ионига айланиши мумкин. Паст оксидланиш даражасига эга бўлган металлларнинг мусбат зарядли ионлари оксидловчи хоссасига ҳам эга бўлиши мумкин, аммо уларда оксидловчи хоссасига нисбатан қайтарувчилик хоссаси юқоридир.

Мураккаб ионлар ва молекулалар, яъни нейтрал атомларнинг оксидланишида оралиқ оксид ҳосил қилган ионлар қайтарувчи хоссасига эга бўладилар. Масалан: SO_3^{2-} , NO_2^{-} , SO_3^{-} , CrO_2^{-} , $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ лар қайтарувчилик хоссасига эга бўладилар, чунки олтингугурт, азот, мышьяк, хром, темир ионлари юқоридаги бирикмаларида оралиқ оксидланиш даражасига эга бўлган ионларини ҳосил қиладилар: S^{+4} , N^{+3} , As^{+3} , Cr^{+3} , Fe^{+3} . Булар қаторига бир қанча ўхшаш молекулалар: SO_2 , CO , NO , P_2O_6 ва бошқаларни киритиш мумкин.

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида ўзларининг электронларини оксидловчиларга бериб, ўзлари юқори оксидланиш даражасига эга бўладиган молекулалар ҳам қатнашади:

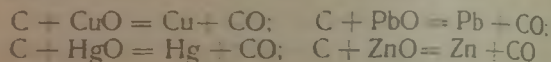




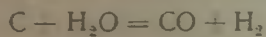
SO_3^{2-} , NO_3^- , AsO_3^{3-} ва бошқа ионлар кучли қайтарувчи билан кимёвий реакцияга киришиб, оксидловчи хосларини намойи қилишлари мумкин. Аммо уларда оксидловчи хоссаси анча заифдир.

4.7.4. Лаборатория ва техникада катта аҳамиятга эга бўлган қайтарувчилар

А. Углерод. Металлларнинг оксидларини қайтариш за металл ажратиб олишда муҳим аҳамиятга эга ва қўлланилади:

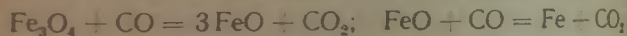


Сув газини олишда ҳам углерод қайтарувчи вазифасини ўжаради:



сув газини.

Углерод (II) оксид. Металлургияда CO металл оксидларини қайтариб металлларни олишда муҳим аҳамиятга эга:

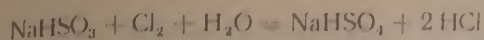


Уй температурасида Au, Pt, Pd тузлари эритмалари тарафидан CO газини Au, Pt, Pd металлларини бемалол қайтарди.

Б. Темир, рух, алюминий ва қалай оксидлари билан бирикмалар ишлаб чиқариш саноатида нитробилик бирикмаларни қайтарувчи модда сифатида қўлланилади. Баъзан лабораторияларда қалайнинг паст оксидларини даражасига эга бўлган Sn^{2+} бирикмалари қўлланилади.

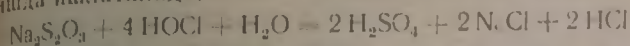
В. Сульфит кислота. Анорган бирикмаларни эркин ҳолда ажрати олишда, шунингдек органик бирикмаларни ва хинонларни қайтаришда қўлланилади. Бу жараёнда у сульфат кислотага айланади.

Натрий сульфит ва биосульфитлар. Натрий сульфит тузлар фотографияда, туқимачилик саноатида мато ва катонларда қолган хлор қолдигини йўқотишда қайтарувчи сифатида ишлатилади:

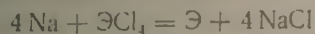


Г. Натрий сульфид. Ароматик нитро- ва азобилик бирикмаларни қайтаришда ишлатилади.

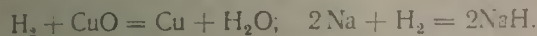
Д. Натрий тиосульфат. Туқимачиликда мато ва катонларни бўйиш учун гипохлорит кислота ёрдамида ҳар хил доғлардан тозалашда ортиб қолган хлорни қайтаришда ишлатилади.



Е. Металл ҳолатидаги натрий. Титан группасидаги металлларни қайтаришда қайтарувчи сифатида қўлланилади:

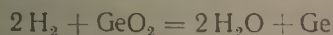


Ж. Водород. Қайтарувчи ва оксидловчи хоссасига эга:



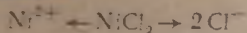
Оддий шароитда водород молекуласи барқарор бўлганлиги учун пассив, яъни кам активдир, аммо қиздирилганда кўпчилик металлмаслар — хлор, бром, фтор, кислород билан кимёвий реакцияга киришади. Атомар водород молекуляр водородга нисбатан анча активдир. Атомар водород оддий шароитда олтингугурт, мишьяк билан кимёвий реакцияга киришади, шунингдек жуда кўп металлларнинг оксидларини тоза металлга қадар қайтариш хоссасига эгадир.

Вольфрам, молибден, галлий, германийларни тоза ҳолда ажрати олишда водородотермия саноатида муҳим аҳамиятга эгадир:

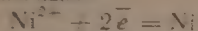


Ўзбекистонда Чирчиқ шаҳаридаги ўтга чидамли ва қаттиқ металллар ишлаб чиқариш комбинатида молибден ва вольфрам оксидларини водород печларида қайтариш асосий жараён ҳисобланади.

З. Электр токи. Оксидланиш-қайтарилиш жараёнида моддаларни электролиз қилиш вақтида ҳосил бўлаётган катионларни катодда қайтарилиш, анионларни анодда оксидланишида доимий электр токи муҳим роль ўйнайди. Масалан, никель хлорид эритмасининг электролизи қуйидагича боради:

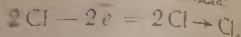


катодда:



қайтарилми:

анодда:



оксидланми

Электр токи таъсирида моддаларни қайтариш усули техникада кенг қўлланилади.

Шундай қилиб, техникада ва лаборатория амалиётида қуйидаги қайтарувчилар муҳим аҳамиятга эгадирлар: амальга, манган металлар (Zn , Al , Sn ва бошқалар), натрий амальгаси, литий гидрид— LiH , литий алюминид (LiAlH_4), водород (молекуляр ва атомар ҳолда), углерод (C ва CO), углерод (II) оксид, сульфит ангидрид— SO_2 , натрий тиосульфит $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, кислоталар (ва уларнинг тузлари H_2SO_4 , HCl , H_2S , H_3PO_3 , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (оксалат кислота), чумоли кислота— HCOOH , гидразин— N_2H_4 , гидроксиламин— NH_2OH , қалай ва темир бирикмалари (Sn^{2+} , Fe^{2+}), спиртлар (этил спирт— $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, метил спирт— CH_3OH), алдегидлар (сирка альдегид— $\text{CH}_3\text{—C}(=\text{O})\text{H}$, чумоли альдегид— $\text{H—C}(=\text{O})\text{H}$), глюкоза $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, электролиз жараёни катод ва бошқалар.

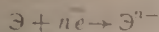
4.7.5. Оксидловчилар

Нейтрал атом ёки молекулалар, металлларнинг ионлари, мураккаб ионлар ва молекулалар, юқори оксидланиш даражасига эга бўлган металлларнинг ионлари, юқори оксидланиш даражасига эга бўлган мусбат зарядли металлмасларнинг ионлари, мусбат зарядли водород иони оксидловчи хосасига эга бўладилар.

А. Нейтрал атомлар

Ташқи электрон қаватида 4, 5, 6 ёки 7 электрон бўлган нейтрал элемент атомлари ҳам оксидловчиларга қирадилар. Булар *p*- элементлардир (s^2p^2 — s^2p^5). Электронга мойиллиги катта бўлган ва катта электрманфийлик хусусияти бор бўлган нейтрал атомлар (фтор, хлор, кислород ва бошқалар) оксидловчиларга қирадилар. Улар электронларни бириктириб қайтарувчи

хосаси юқори бўлган манфий ионларни ҳосил қилади:



Металлмасларнинг электронларни бириктириб электронманфийликка эга манфий зарядли анионлар ҳосил қилиш хосаси қуйидаги тартибда камайиб боради: F , O , Cl , N , Br , S , J , Al , Se , P , Fe , H , C , As , Si , B (бу қатор НЭМ қийматининг камайиш қаторидир). Энг кучли оксидловчиларга кислород билан галогенлар қиради. Улар битта ёки иккита электронни бириктириб оладилар. Энг пассив оксидловчиларга тўртинчи гурўни элементлари қирадилар, чунки улар тўрттагача электронни бириктириб оладилар. Демак, бир давр ичида элементларнинг оксидловчилик активлиги VII—IV бош гурўпачаларида камайиб боради.

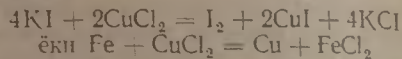
VII, VI, V, IV гурўпаларнинг асосий гурўпачасида оксидловчилик активлиги атомлар радиусларининг ўсиши билан юқоридан пастга томон пасая боради. Масалан, галогенлар гурўпасида энг кучли оксидловчи фтор бўлса, радиуси ортиб бориши сабабли йод фторга қараганда оксидловчилик активлиги анча паст элемент ҳисобланади. Юқорида келтирилган барча элементлар (фтордан ташқари) кучли оксидловчилар билан учрашганда электронларини берадилар ва қайтарувчилик хосасига эга бўладилар, шунинг учун бундай элементларни оксидловчилар-қайтарувчилар деб юритилади. Аммо шунинг унутмаслик керакки, металлмасларда қайтарувчи хосасига қараганда, оксидловчи хосаси кучлидир.

Аввал айтилганидек, VIII гурўпада жойлашган нодир газлар: He , Ne , Ar , Kr , Xe ва бошқалар тегишли даврларда жойлашган *s*- ва бошқа *p*- элементларидан ўзларининг жуда ҳам паст қайтарувчилик хосалари билан кескин фарқ қиладилар.

Б. Мусбат зарядли металлнинг ионлари

Барча мусбат зарядли металлларнинг ионлари ҳар хил оксидланиш даражаларига эга бўладилар. Энг кучли оксидловчилар қаторига мусбат зарядлари максимал бўлган металлларнинг ионлари қиради. Масалан: Sn^{4+} , Fe^{2+} , Ge^{2+} , Cu^+ ионларида қайтарувчи хосалари бўлса Sn^{4+} , Fe^{3+} , Ge^+ , Cu^{2+} ларда эса оксидловчи хос-

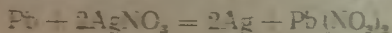
салари юқоридир. Оксидланиш даражаси паст бўлган Cu^{2+} иони, бундан ҳам оксидланиш даражаси паст бўлган ионгача ёки нейтрал атомга қадар қайтариш мумкин. Масалан:



Аммо, шунинг назарда тутмоқ керакки, паст оксидланиш даражасига эга бўлган ионлар (катсионлар) нейтрал атомларга нисбатан катта энергетик кувватга эга бўлиб, типик қайтарувчилар билан учрашганда оқшатиш кўпми оксидловчилик хоссасига эга бўладилар. Масалан:



Ноқар металлларнинг ионлари (Au , Ag , Pt , Os , Ir , Ru ва Rh) ҳатто паст оксидланиш даражаларига эга бўлганда ҳам кучли оксидловчи хоссаларига эга бўладилар.



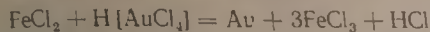
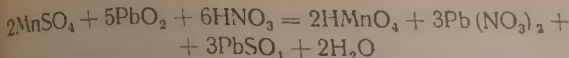
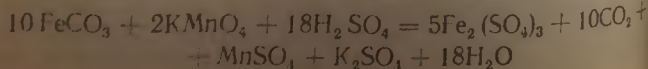
Металл қайтарувчи сифатида қанчалик актив бўлган у оксидловчи ион сифатида шунчалик пассив бўлади. Агар металл қайтарувчи сифатида қанчалик паст бўлса, оксидланган ион ҳолида у шунчалик актив бўлади. Масалан, нейтрал атомлар калий ва кумуш ҳолига ўтаётганда (K^+ , Ag^+) унинг ионлаиш потенциалли $415,6 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$, кумушники эса $724,5 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$ га тенг бўлади. Шунинг учун ҳам кумуш ионнинг электронга мойиллиги, каллийникига қараганда анча юқори бўлади.

В. Металл атомларининг юқори оксидланиш даражасидаги ионлари ва молекулалари

Ҳар бир металлнинг ўзига хос булган энг юқори оксидланиш даражасидаги ионлари типик оксидловчилардир.

KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, K_2CrO_4 , $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_4$, HAuCl_4 даражасидаги металл ионлари паст оксидланиш даражаларига ўтиш учун ҳаракат қиладилар, яъни Mn^{2+} , Cr^{+3} , Pb^{+2} , Au^0 га ўтишга интиладилар.

Масалан:



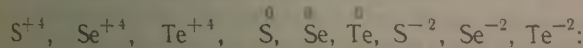
Юқори оксидланиш даражасидан қўйи мусбат оксидланиш даражалари ҳолатига ўтиш қайтарувчининг активлиги ва эритмадаги яратилган шаронга қараб турлича бўлиши мумкин.

Бу тўғрисида муҳит таъсирига бағишланган қисмга қаранг.

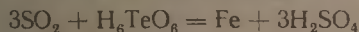
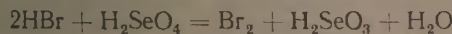
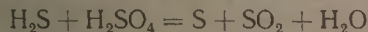
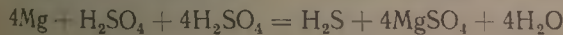
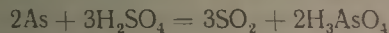
Г. Металлмаслар атомларининг юқори оксидланиш даражасига эга бўлган мусбат зарядли ионлари ва молекулалари

Юқори оксидланиш ёки баъзан паст оксидланиш даражасига эга бўлган металлмаслар ҳам кучли оксидловчи хоссасига эга бўладилар. Ана шундай оксидловчиларга, масалан, кислород тутган кислота қолдиқлари, катлийнинг оксидлари, тузлари HNO_3 , концентранган H_2SO_4 , SO_3 , HOCl , HClO_3 , NaOBr , KClO_3 ва бошқалар кирди. Бу металлмаслар юқори оксидланиш даражасига қайтарувчи таъсирида паст оксидланиш даражасига ўтишга интиладилар.

Кучли оксидловчиларга: H_2SeO_4 , H_2TeO_6 ларнинг концентранган эритмалари кирди. Оксидловчилик хоссаси бўйича активлик кетма-кетлиги қуйидагичадир: $\text{H}_2\text{SO}_4 < \text{H}_2\text{SeO}_4 < \text{H}_2\text{TeO}_6$. Кучли қайтарувчиларнинг таъсири ва реакция муҳитига қараб бу металлмаслар қуйидаги ҳолларгача қайтарилиши мумкин:



Масалан:

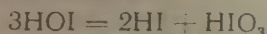


Ҳалогенларнинг кислородли бирикмаларининг оксидловчилик хоссаларини қуйидагича тавсифлаш мумкин:

HOCl хлорхлорит кислота	HClO ₂ хлорит кислота	HClO ₃ хлорат кислота	ClO перхлорат кислота
HOBr HOI	HBrO ₂ HIO ₂	HBrO ₃ HIO ₃	HBrO ₄ HIO ₄ , H ₅ IO ₆

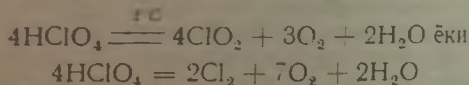
турғунлиги ва кислоталарнинг хоссаларининг ортиши

HOCl — HOBr — HOI катори буйича оксидловчилик активлиги ва барқарорлиги камайиб боради. HOBr ва HOI бирикмалари диспропорцияланиш реакциясида киришадилар. Масалан:



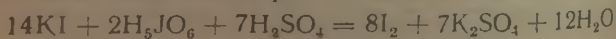
HClO₂ → HBrO₃ → HIO₃ қатори буйича биринчи ва иккинчи кислоталарда оксидловчилик хоссалари бир-бирига жуда ўхшайди, аммо йодат кислотада оксидловчилик хоссаси юқоридагиларга нисбатан анча пастдир.

Хлорнинг кислоталардан фақат HClO₂ эркин ҳолда маълум. У 92°C дан юқори температурада қиздирилганда ички молекулалар оксидланиш-қайтарилиш реакциясига киришиб, қуйидаги тенгламалар буйича парчаланadi:

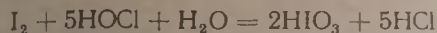
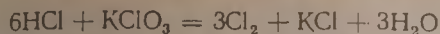


HClO₄ нинг оксидловчилик активлиги HClO₃ никинги қараганда анча паст, шунингдек суюлтирилган эритмаларида эса умуман сезиларли даражада эмас.

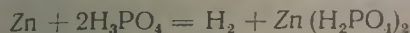
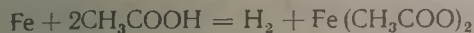
HIO₄ нинг оксидловчилик хоссаси HIO₃ га нисбатан кучлироқдир. H₅JO₆ ортойод кислотаси яна ҳам кўпроқ оксидловчилик хоссасига эгадир:



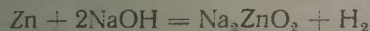
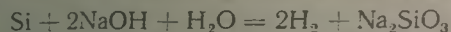
Галогенларнинг кислоталаридек, уларнинг тузлари ҳам оксидланиш-қайтарилиш хоссаларига эга бўлганликлари учун ҳам оксидловчи сифатида ишлатиладди. Хлор, бром ва йодларнинг кислоталари бирикмалари оксидловчилик хоссаларига эга бўлганликларидан уларнинг тузларида ҳам (реакциянинг бориш шариоитига қараб) эркин ҳолдаги молекулагача қайтариладилар:



Шунингдек водороднинг мусбат зарядли ионлари баъзи (кислоталарда, ишқорларда ва сувда) оксидловчилик хоссасини намоён қиладилар, бундан лаборатория шароитида водород олишда қўлланилади: уни суюлтирилган хлорид, сульфат, ортофосфат ва сирка кислоталарига рух, темир, магний, марганец ёки алюминий металлларини таъсир эттириб олинади:



Шунингдек NaOH, KOH, Ca(OH)₂ эритмаларига алюминий, рух, кремний, қалай ва бошқа металлларни таъсир эттириб, мусбат зарядли водород ионлари қайтарилади:



Сувнинг водород иони билан асосан актив металллар (I ва II группа металлари) оксидланадилар:

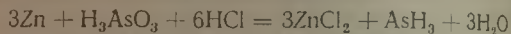
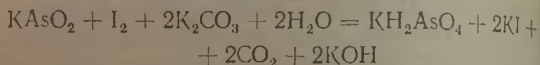
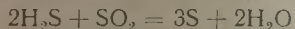
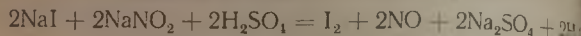
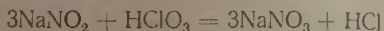


Шундай қилиб, атомлар паст оксидланиш даражасига эга булсалар (масалан, азот, мишьяк, олтингугурт, селен, теллур, бирикмаларида —NH₃, AsH₃, H₂S, H₂Se, H₂Te ларда тегишли равишда N⁻³, As⁻³, S⁻², Te⁻²) улар фақат қайтарувчи хоссаларига эга бўладилар, чунки уларнинг атомларини ташқи орбиталлари саккизта электронга тўлганлиги учун бошқа электрон қабул қила олмайди.

Азот, мишьяк, олтингугурт, селен, теллур, марганец, хром кислоталари (HNO₃, H₃AsO₄, H₂SO₄, H₆TeO₆) ва тузлари таркибида, шунингдек KMnO₄, K₂Cr₂O₇ таркибида энг юқори мусбат оксидланиш даражаларига (N⁺⁵, As⁺⁵, Se⁺⁶, Te⁺⁶, Mn⁺⁷, Cr⁺⁶) эга бўлганликлари учун улар фақат оксидловчи хоссаларига эга бўладилар. Шунингдек кислоталар HNO₂, H₃AsO₃, (ёки HAsO₂), H₂SO₃, H₂SeO₃, уларнинг тузларида, MnO₂ ва K₂MnO₄ да азот, мишьяк, олтингугурт, селен, теллур, марганец пастроқ оралиқ оксидла-

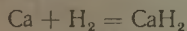
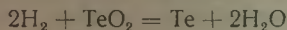
ниш даражасига (N^{+3} , As^{+3} , S^{+4} , Se^{+4} , Te^{+4} , Mn^{+4} , Mn^{+6}) эгадирлар. Бу бирикмалар компонентларнинг реакцияга киришиш қобилиятига ва реакция бораётган роитга қараб ҳам оксидловчи, ҳам қайтарувчи хоссага эга намоён қилишлари мумкин.

Худди ана шундай оралиқ оксидланиш даражасига эга бўлган ҳам оксидловчи, ҳам қайтарувчи хоссага эга намоён қиладиган моддаларга мисоллар келтирилади:

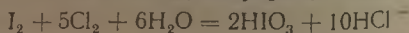
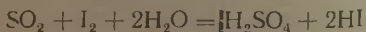


Водород пероксид H_2O_2 реакция шароитига қараб оксидловчи ёки қайтарувчи ролини бажаради.

Олтингугурт, селен, теллур эркин ҳолда водород билан ёки металллар билан реакцияга киришганда оксидловчи, аммо кислород, фтор ва хлор билан реакцияга киришганда қайтарувчи хоссага эга намоён қилади:



Йод кучли қайтарувчилар билан кимёвий реакцияга киришганда оксидловчи, кучли оксидловчилар билан реакцияга киришганда эса қайтарувчи ролини бажаради:



4.7.6. Техника ва лабораторияда муҳим аҳамиятга эга бўлган оксидловчилар

1. Кислород. Металлургия ва кимё sanoatida на печларида, сульфат ва нитрат кислотаси олиниши

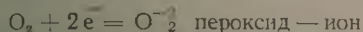
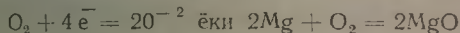
ати хом ашё ишлаб чиқариш уюмида кўтариш мақсадида ишлатилади. Кислород ва ацетилен аралашмаси қарийб $3500^\circ C$ иссиқлик бериши қобилиятидан фойдаланиб металлларни қирқиш ва пайвандлаш ишларида ишлатилади. Кислород медицинада кенг кўламда қўлланилади. Нафас олишда ҳаво таркибидаги кислороднинг 40—60% и сарфланади. У юрак, ўпка фаолиятини яхшилашга ва бир маромда ишлашига олиб келади. Кислород ёнмайди, аммо ёнишга ёрдам беради. У кучли оксидловчидир. У элементлар билан кимёвий реакцияга киришиб, ҳар хил бирикмаларни ҳосил қилади. Молекуляр кислородга нисбатан атомар кислород активроқдир. Кислород фақат фтор билан реакцияда қайтарувчи вазифасини бажаради:



Бундан бошқа бирикмаларида унинг оксидланиш даражаси —2 га тенгдир. Кислород учун +2, —2, +1, —1 оксидланиш даражаси маъмул.

Агар оксидланиш жараёни катта иссиқлик ёки ёруғлик ниши билан борадиган бўлса, бундай реакцияларни оксидланиш реакцияси дейилади.

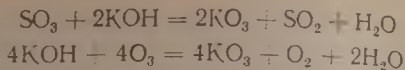
Молекуляр кислород кимёвий реакцияларни шароитга қараб қуйидагича бориши мумкин:



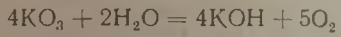
2. Озон. Озон кислородга нисбатан янада кучли оксидловчи бўлиб, жуда кўп рангли моддаларни рангсизлантиради. Олтин ва платинадан ташқари, барча металлларни оксидлайди. Аммиакни нитрит ва нитрат кислоталарга айлантиради, сульфидларни сульфатгача оксидлайди. Озон кучли оксидловчи бўлганлиги учун бактерияларни ўлдиреди. Шунинг учун ҳам озон сувни ва ҳавони дезинфекция қилишда қўлланилади. Озон жуда тез атомар ва молекуляр кислородга парчалаанади: $O_3 = O_2 + O$. Кумуш юқори температурада ҳам кислород билан қиздирилса, оксидланмайди, аммо озон кумушнинг оддий шароитда осонгина оксидлайди:



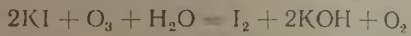
Ишқорий металлларнинг озонидлари ишқорларга озон эртитиб олинади.



KO_3 — кучли оксидловчидир, аммо у гидролизга райди:



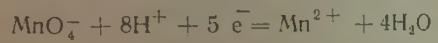
Озон калий йод эритмаси таркибидан йодни эркин эриш да сиқиб чиқаради:



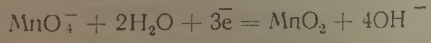
Озон аралашган ҳавога калий йодид ва крахмал дирилган қоғоз тутилса қоғоз дарҳол кўкаради. Реакция озонни очшида қўлланади.

3. Калий перманганат. Органик бирикмаларни оксидлаш жараёнида қўлланилади. Калий перманганат сульфитларни сульфатларга, нитритларни нитратларга айлантиради, калий йодидни эркин йодгача, хлорид кислотани хлоргача, водород пероксидни кислотадан оксидлайди. KMnO_4 нинг қайтариллиши реакция боранган муҳитга боғлиқдир. Кислотали муҳитда ($\text{pH} < 7$) MnO_4^-

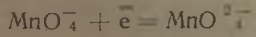
— бинафша рангли ион ҳолидан рангсиз Mn^{2+} гача қайтирилади:



Нейтрал ёки кучсиз ишқорий муҳитда ($\text{pH} \geq 7$) кўкма — MnO_2 ҳосил булади:

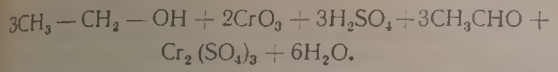
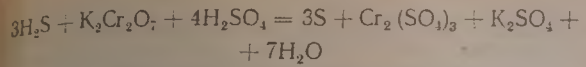


Кучли ишқорий муҳитда ($\text{pH} \geq 7$) бинафша рангли эриш яшил рангга айланади, яъни MnO_4^{2-} иони ҳосил бўлади:



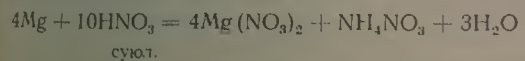
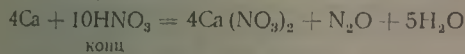
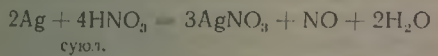
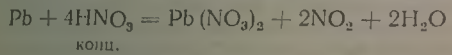
4. Хромат ва бихромат кислоталар. Ҳар иккала кислота ҳам эритмаларда маълум, аммо ҳамма вақт кўп кислоталар ўрнига, уларнинг тузлари $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_8$ — ионлари қоғоқ ранглидир.

Барча хромнинг кислоталари ва хромат ангидриди CrO_3 кучли оксидловчилардир:

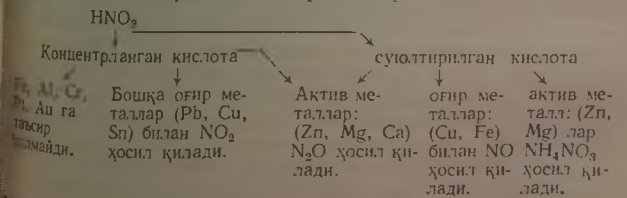


5. Нитрат кислота. Энг кучли оксидловчилардан бири нитрат кислота (HNO_3) дир. HNO_3 жуда кўп металлларни, шунингдек жуда кўп металлмасларни оксидлайди: олингурутни сульфат кислотага қадар, фосфорни ортофосфат кислотагача, углеродни CO_2 -гача оксидлайди. Баъзан нитрат кислота иштирокида борадиган оксидланиш-қайтариллиш реакциялари шу қадар шиддатли борадики, экзотермик реакцияларда аланга чиқиб кетади (масалан, скипидарни тутовчи нитрат кислота билан реакцияси).

NO_3^- таркибидаги азот реакция шароитига қараб (кислота концентрацияси ва қайтарувчининг табиати) битта электрондан саккизта электронгача қабул қилиши мумкин:



Турли концентрацияли нитрат кислотанинг активлиги ҳар хил бўлган металллар билан таъсирлашувчи натижада қайтариллишида кузатиладиган ҳолатларни шунндаги схема тарзида тасвирлаш мумкин:

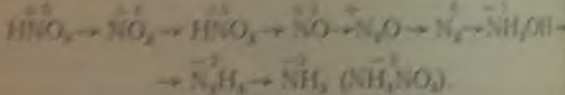


Юқоридаги реакция тенгламаларига қўра, нитрат кислотанинг ҳар қандай концентрацияли эритмаларига

металлар таъсир этганда, газ ҳолидаги водород аммоний либ чиқмайди.

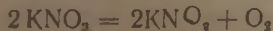
Металларнинг электрохимийвий активликнинг ўнг томонида жойлашган металллар (мис, кумуш ва бошқалар) концентранган нитрат билан химий реакцияга киришганда кислота ҳақида қайтарилади, суюлтирилган эритмаси эса қадар қайтарилади. Актив металллар (руҳ, кальций) қадар концентратсияли нитрат кислотани NO га яъни -1 га қадар қайтаради. Худди шундай металллар жуда суяқ нитрат кислотани аммоний аммоний тузларига қадар қайтаради. Темир, никель бошқа ўргана активликка эга бўлган металллар султирилган нитрат кислотани NO га ёки жуда суяқ нитратни эса NH_4^+ ионига қадар қайтариши мумкин. Балки шундай шартда NO^- ни N_2 қадар қайтаради. Олтин, платина, ыредай, родий, иробий, тантал, ванадий ва бошқаларнинг нитрат кислотани оксидловчи қисмига таъсир этмайди. Худди шундай шартда металлларни оксидловчи қисмига таъсир этмайди.

Жуда кўп металллар HNO_3 ни NO ёки NO_2 қадар қайтарувчилар, қайтарилиш даражаси оксидловчи қисмига таъсир этмайди. Шундай қилиб, реакцияга қараб, нитрат кислота қуйидаги шундай қилиб қисмига таъсир этмайди.

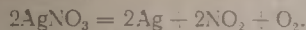


Азотнинг оралик оксидланиш даражаси (0, $+1$, $+3$, $+4$) га эга бўлган бирикмалари ҳам оксидловчи қайтарувчи вазифасини бажаради.

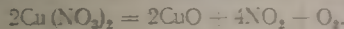
Шуни қайд қилиш керакки, нитрат кислота таъсир этганда эритмаларига қараганда кислотали эритмаларини анча кучли оксидловчи ҳисобланади. Оддий шартда KNO_3 эритмаси оксидловчи хосасига эга эмас. Қиздирганда барча нитратлар ички молекуляр оксидланиш-қайтарилиш реакциялари асосида кислород парчаланадилар:



Пассив металлларнинг (кумуш, олтин) нитратлари қиздирилганда эркин металл, кислород ва азот (IV) оксидига қадар парчланади:



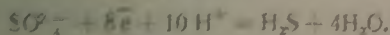
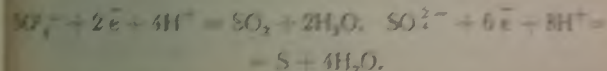
Бошқа металлларнинг нитратлари қиздирилганда металл оксиди, азот (IV) оксиди ва O_2 га парчланади:



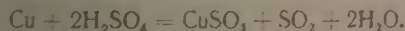
6. Нитрит кислота. Нитрит кислота (HNO_2) оксидловчи, аммо нисбатан кучлироқ оксидловчилар билан реакцияга киришганда нитрат кислотасига қадар оксидланиб, қайтарувчи вазифасини бажаради. Нитрит кислота ва унинг тузлари (KNO_2 ва NaNO_2) органик химияда олиш саноатида қўлланилади.

7. Концентранган сульфат кислота. H_2SO_4 жуда кучли оксидловчи қисмига таъсир этмайди. У углеводни CO_2 га, S ни SO_2 га қадар оксидловчи. HI ва HBr ни эркин I_2 , Br_2 га қадар оксидловчи. Сульфат кислота пассив металлларни (Cu, Ag, Hg ва бошқаларни) оксидловчи. Аммо концентранган H_2SO_4 билан Fe, Al, Au, Pt, Os каби металллар оксидланмайди.

Сульфат кислота оксидловчи қисмига таъсир этмайди, қисмига таъсир этмайди (металлар активлиги, концентратсия ва температура) га қараб қуйидаги қайтарилиши мумкин:

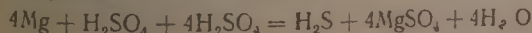


H_2SO_4 пассив ва кам актив металллар (Cu, Hg, Ag, Sn, Bi, Fe, Mn, Pd ва бошқалар) билан реакцияга киришиб, SO_2 га қадар қайтарилиши мумкин:

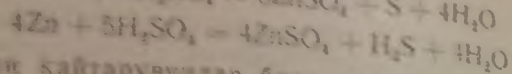
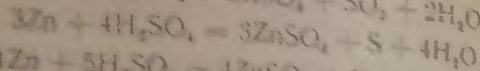
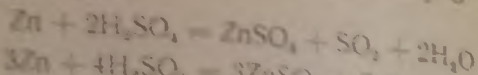


Темирга 93% дан юқори концентратсияли сульфат кислота таъсир этмайди.

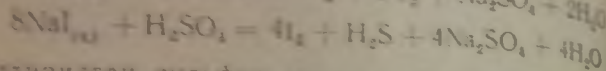
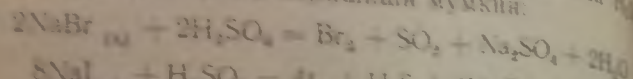
Кучли қайтарувчилар (ишқорий ва ишқорий-ер металллар) билан сульфат кислота реакцияга киришиб, H_2S га қадар қайтарилади:



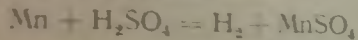
Zn концентранган сульфат кислотани SO_2 , S ва H_2 қалар қайтармолади:



Кучли қайтарувчилар билан концентранган H_2SO_4 куйидагича реакцияга киришиши мумкин:



Суюлтирилган сульфат кислота билан активлик катодларида водороддан чапроқда турган активрок металл реакцияга киришиши мумкин:



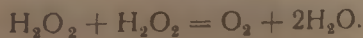
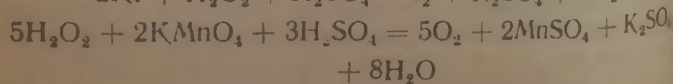
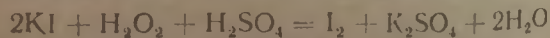
Бундай ҳолда водород иони оксидловчи вазифасини бажаради.

8. Водород пероксид. H_2O_2 кучли оксидловчи ҳисобланади. Рангли моддаларни рансизлантириш (омантириш) керак бўлиб қолганда ишлатилади, чуқки бошқа оксидловчиларга қараганда тезда ўз-ўзидан парчланиб маҳсулот таркибида қолмайди.

Саноатда H_2O_2 тўқималарни оқартиришда, тери жуларни тозалаш ишларида ишлатилади, аммо H_2O_2 тўқималар толаси сифатини бузмайди. Суюлтирилган H_2O_2 медицинада дезинфекция мақсадида ишлатилади.

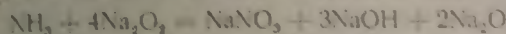
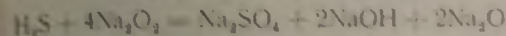
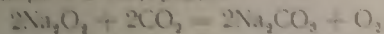
Водород пероксид молекуласида кислород атомлари ўралиб турган ҳолда ($\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$ ёки $\text{H}-\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{O}}-\text{H}$), унда кислород атомларининг оксидланиш даражаси:

— I га тенг. Водород пероксиддаги кислород атомлари оқартириш даражасини ҳосил қилар экан, демак H_2O_2 оксидловчи, ҳам қайтарувчи вазифасини бажаради ва даражаси пропорцияланиш реакциясида қатнашади:



H_2O_2 кўп ҳолларда оксидловчи вазифасини ўтайди.

Шикорий металлларнинг пероксидлари ва супероксидлари сув ости кемаларида нафас олишда кислород манбаи бўлиб хизмат қилади, яъни улар кема ҳаводанги CO_2 газидан тозалаб, ўрнига тоза ҳолдаги O_2 ни ажратиб чиқаради:



Водород пероксид сув билан чексиз аралаша олади. Савдода унинг 3—30% ли эритмаси харид қилинади.

9. Электр токи. Техникада моддаларни тоза ҳолда ажратиб олишда қайтарувчи (катод) ва оксидловчи (анод) вазифасини ўтайди. Оксидланиш-қайтарилуш реакцияларни орасида энг муҳими электролиз орқали моддаларни ажратиб олишдир.

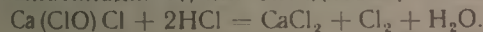
10. Хлорат кислота HClO_3 . Бу кислота эритмаларда энг кучли оксидловчи ҳисобланади. Унинг 40% ли эритмаси қоғозни ҳам алаиғалатиб юборади. Аммо унинг эритмалари — хлоратлари эритмада оксидловчи хоссага эга эмас, аммо кристалл ҳолатда улар кучли оксидловчилар:



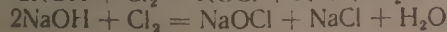
11. Марганец (IV) оксид. Хлорид кислотани оксидлаб хлор олишда, шиша пишириш саноатида ҳар хил сульфитли бирикмаларни оксидлашда, шунингдек гальваник элементлар тайёрлашда ишлатилади.

12. Қўрғошин (IV) оксид. Қўрғошин (IV) оксид (PbO_2) кучли оксидловчи, қўрғошинли аккумуляторлар тайёрлашда ишлатилади.

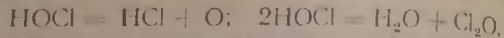
13. Хлорли оҳак — $\text{Ca}(\text{ClO})\text{Cl}$. Хлорли оҳак анча кучли оксидловчи, мато ва қоғозларни оқартириш жараёнида, дезинфекциялашда, ҳар хил оқартириш ишларида ишлатилади. Кучли оксидловчи, масалан:



14. Натрий ва калий гипохлоритлар. KOCl ва NaOCl пахта билан канопдан тайёрланган матоларни ҳамда қоғозни оқартиришда фойдаланилади. Уларни олиш реакциялари тенгламалари:



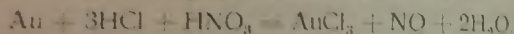
Оксидловчилик хоссалари қуйидаги жараёнлар боғланган:



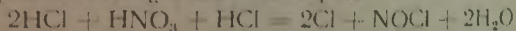
Ҳосил бўлган атомар кислород ва хлор (I) оксид қурашувчи оксидловчилардир.

15. **Калий гипобромит KOBr**. Калий гипобромит калий гипохлоритга ўхшаш, саноатда органик моддаларни оксидлаш ишларида ишлатилади.

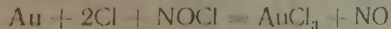
16. **Қизил қон тузи** $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CIN})_6]$. Бу туз таркибида уч валентли темир бор. Шунинг учун ҳам, ишқориқ эритмалардаги водород сульфидни оксидлаш ишларида қўлланилади. Кучли оксидловчилар қаторига «шоҳ ароғи» («зар сувви») ҳам киради. «Шоҳ ароғи» таркибида 1:3 нисбатда концентранган нитрат ва хлорид кислоталари бор. Шунинг учун ҳам, бундай арағида мада ҳатто Au, Pt лар ҳам осон оксидланади:



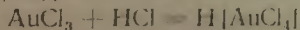
«Шоҳ ароғи»нинг бундай таъсири қуйидагича тусатирилади: HNO_3 хлорид кислота таркибидаги хлорид эркин ҳолгача оксидлайди ёки нитрозил хлорид NOCl ҳосил бўлиши олтинни, платина ва симоб сульфидлар оксидланишига олиб келади. Хлорид ва нитрат кислоталарнинг бир-бири билан ўзаро реакцияга кириши натижасида нитрозил хлорид ва эркин хлор ажрали чиқиш реакцияси қуйидагича боради:



ёки олтинни атомар хлор ва нитрозил хлор билан оксидланиши:

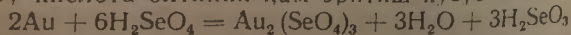


Агар хлорид кислота мўлроқ олинса, тетрахлоролтин кислота ҳосил бўлади:



Селенат кислота H_2SeO_4 сульфат кислотага нисбатан кучлироқ оксидлаш хоссасига эга, лекин унинг иштирокида реакция уичалик шиддатли равишда борадиган маслиги мумкин.

Бу кислота олтинни ҳам эритиш хусусиятига эга:



Китобнинг кейинги қисмларида техникада ва лабораторияда муҳим роль ўйнайдиган баъзи оксидловчилар: кислород O_3 , галогенлар (F_2 , Cl_2 , I_2), калий перманганат KMnO_4 ,

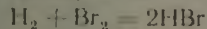
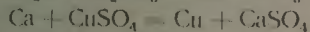
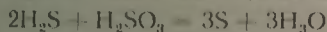
марганец (IV) оксид MnO_2 , қўрғошин (IV) оксид PbO_2 , калий бихромат $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, калий хромат K_2CrO_4 , хром (VI) оксид CrO_3 , нитрат кислота ва унинг тузлари, водород пероксид H_2O_2 , гипохлоритлар (KOCl , NaOCl), хлорат кислота HClO_3 , «шоҳ ароғи», концентранган H_2SO_4 , тиосульфат кислота $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ва унинг тузлари, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, селен (IV) оксид SeO_2 ; мис (II) оксид CuO , кумуш оксиди Ag_2O , натрий висмутат NaBiO_3 , қизил қон тузи $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ва электр токи таъсири билан танишмиш.

48 ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ РЕАКЦИЯЛАРИНИНГ СИНФЛАРИ

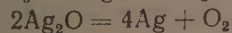
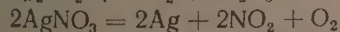
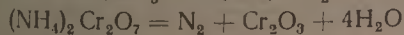
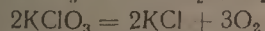
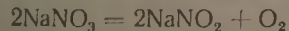
Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари қуйидагича классификацияланади, одатда, бунда реакцияларнинг 4 тури мавжуд:

1. Молекулалараро оксидланиш-қайтарилиш реакциялари.
2. Ички молекуляр оксидланиш-қайтарилиш реакциялари.
3. Диспропорцияланиш реакциялари.
4. Синпропорцияланиш.

Молекулалараро оксидланиш-қайтарилиш реакциялари жумласига турли молекулаларда атомлар оксидланиш даражасининг ўзгариши билан борадиган реакциялар киради, яъни бунда оксидловчи ва қайтарувчи турли моддалар таркибида бўлади.



Ички молекуляр оксидланиш-қайтарилиш реакциялари жумласига битта молекуладаги турли атомларнинг оксидланиш даражаси ўзгариши билан борадиган реакциялар киради. Бунда мусбат оксидланиш даражаси каттароқ бўлган атом, оксидланиш даражаси кичикроқ бўлган атомни оксидлайди. Булар жумласига термик парчаланиш реакциялари киради. Масалан:

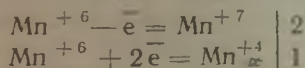
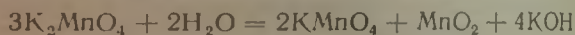


Бунда битта молекула таркибида ҳам оксидловчи ҳам қайтарувчи бўлади.

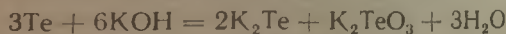
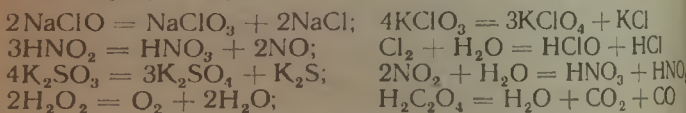
Диспропорцияланиш реакциялари.

Бу реакцияларнинг содир бўлишида битта элементнинг атомларининг оксидланиш даражаси бир вақтнинг ичида ортади ва камайди. Бунда бошланғич модда турли хил бирикмалар ҳосил қилади, улардан бирида атомларнинг оксидланиш даражаси юқори, иккинчисида эса паст ҳолатга ўтади. Равшанки, бундай реакциялар манганат ионуларининг оксидланиш даражасига эга бўлган атомлар бўлиши керак. Калий манганат K_2MnO_4 нинг ўзгариши бунга мисол бўла олади; бу бирикмада манганец +6 га тенг оралиқ оксидланиш даражасини намойиш қилади. Бу тузнинг эритмаси равшан тўқ қизил рангда (MnO_4^{2-} ионининг ранги) бўлади, лекин қисқариш вақт ичида эритманинг ранги қўнғир тусга кириди. Бу MnO_4^{2-} ионнинг ўзгариши ва MnO_4^- ионининг ҳосил бўлиши билан боғлиқлигини кўрсатади.

Бунда қуйидаги реакция содир бўлади:

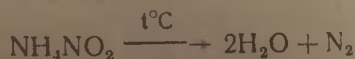
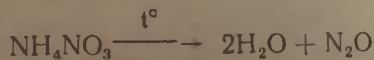


Диспропорцияланиш реакциялари жумласига қуйидаги реакциялар ҳам кириди:



Синпропорцияланиш реакциялари. Бунда жараёнда молекула таркибидаги турли хил оксидловчи элементнинг оксидланиш даражасига эга бўлган элементлар реакциянинг натижасида бир хил оксидланиш даражасига эга бўлган бирикмага айланади.

Масалан:



Бундай турдаги реакцияларда оксидловчи ва қайтарувчи хоссага эга бўлган атомлар турли моддалар таркибида ҳам бўлиши мумкин. Масалан:



Қуйидаги 18-жадвалда ҳар хил моддаларнинг оксидланиш-қайтарилиш хоссалари берилган.

18-жадвал

Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари натижасида оксидловчи ва қайтарувчилар оксидланиш даражаларининг ўзгариши

Қайтарувчилар

Қайтарувчи	Чиқарилган электр-ронлар сони	Ўтатишган ҳолати	Реакцияларнинг бориш шарт-шароитлари
1	2	3	4
3	1, 2, 3	M^{+}, M^{+2} M^{+3}	Кислотали ва нейтрал муҳитда металллар катионга айланадилар. ($Na - e \rightarrow Na^+$). Ишқорий муҳитда амфотер гидроксидлар ҳосил қиладиган металллар, қайтарувчилик хоссасини намойиш қилиб, гидроксотузлар (масалан, натрий гексагидроксоалюминат) ҳосил қилади: $2Al + 6NaOH + 6H_2O = 3H_2 + 2Na_3[Al(OH)_6]$
K	1	K ⁺	Кислотали муҳитда: $S + 2H_2O - 4e \rightarrow SO_2 + 4H^+$ $S + 4H_2O - 6e \rightarrow SO_4^{2-} + 8H^+$
Ca	2	Ca ⁺²	
Al	3	Al ⁺³	Ишқорий муҳитда: $S + 6OH^- - 4e \rightarrow SO_3^{2-} + 3H_2O$
iS	4	SO ₂	
S	6	SO ₄ ²⁻	Кучли оксидловчилар (масалан, K ₂ Cr ₂ O ₇) таъсирида
S	4	SO ₃ ²⁻	
S ⁻²	2	S	

S^{2-}	6	SO_2	Рудаларни кубларни эриштиради.
S^{2-}	2	SO_4^{2-}	Кучли оксидловчилар таъсирида (масалан, HNO_3)
IO_3^{2-}	2	O_2	Пероксидларга оксидловчилар таъсирида
NH_3	5	NO	Катализатор иштирокида
$2NH_3$	6	N_2	
$2S_2O_3^{2-}$	2	$S_4O_6^{2-}$	Кучсиз оксидловчилар таъсирида
$S_2O_3^{2-} + H_2O$	2	$S + 2H^+ + SO_4^{2-}$	
$S_2O_3^{2-} + 5H_2O$	8	$2SO_4^{2-} + 10H^+$	Мўл миқдорда олинган кучли оксидловчилар таъсирида
H_2	2	$2H^+$	
$2HX$	2	X_2	
SO_2	2	SO_4^{2-}	Кучли ва ўртача кучли оксидловчилар таъсирида
SO_3^{2-}	2	SO_4^{2-}	бу ҳам
PO_3^{3-}	2	PO_4^{3-}	бу ҳам
NO_2^-	2	NO_3^-	бу ҳам
Sn^{2+}	2	Sn^{4+}	$SnCl_2$ хлорид кислота эритмаларида $Sn^{2+} + 6Cl^- - 2e \rightarrow [SnCl_6]^{2-}$
$[Sn(OH)_4]^{2-}$	2	$[Sn(OH)_6]^{2-}$	Ишқорий шароитда: $[Sn(OH)_4]^{2-} + 2OH^- - 2e \rightarrow [Sn(OH)_6]^{2-}$
Fe^{2+}	1	Fe^{3+}	Нейтрал ёки кучсиз ишқорий муҳитда
$[FeCl_4]^-$	1	$[FeCl_6]^{3-}$	Кучли ишқорий муҳитда
Ni_2^{4+}	2	MeO_2	Нейтрал ёки кучсиз ишқорий муҳитда
Mn^{2+}	4	MeO_4^{2-}	Кучли ишқорий муҳитда
Cr^{3+}	3	CrO_4^{2-}	Ишқорий шароитда хром (III) босқичлари оксидланиб, хроматларга айланади.

X^o — галоген. (I⁻, Br⁻, Cl⁻)

AsO_4^{3-}	2	AsO_4^{3-}	Кучли оксидловчилар таъсирида
C	2	CO	Кўмири температурада оксидловчи этилманган шароитда
C	4	CO_2	Кўмири ёнганда, баъзи оксидлар қайтарилганда (масалан, CuO , PbO ва бошқалар). 450 — 700 °C да домна печларида
CO	2	CO_2	Кислород мўл шароитда ёнганда
P_4	20	P_4O_{10}	Кислород этилманганда ёки фосфор секин оксидланганда
P_4	12	P_4O_6	
N_2H_4	4	N_2	Сувли эритмаси I_2 ни I^- гача, Ag^+ ва Hg^{2+} ни эркин металлгача, Cu^{2+} ни Cu^+ гача қайтаради.
MnO_2	2	MnO_4^{2-}	KNO_3 билан аралашмаси ишқорий муҳитда суюқлантирилганда манганатларгача оксидланади, буни яшил рангнинг ҳосил бўлишидан билиш мумкин.
$HCOOH$	2	CO_2	Кучли қайтарувчи ҳисобланиб, $KMnO_4$, CrO_3 , Ag^+ , Hg^{2+} ва бошқалар таъсирида осон оксидланади.
$H_2C_2O_4$	2	$2CO_2$	Осон оксидланиб, CO_2 ва H_2O га айланади.
$H-CHO$	2	$HCOOH$	Альдегид группасида водород атоми карбонил группа ҳар хил оксидловчилар таъсирида осон оксидланади. Чумоли альдегиди ишқорий ҳоссага эга бўлган моддалар ёрдамида диспропорцияланиш реакциясига киришади: $HCNO + HCNO + H_2O \rightarrow CH_3OH + HCOOH$
CH_3- $-CHO$	2	CH_3COOH	Сирка альдегиди 60 °C да $Mn(CH_3COO)_2$ иштирокида ҳаво кислороди билан оксидланади ва сирка кислотасига айланади.

Электролиз шароитига қараб сувли эритмаларда кучланган ҳатторида водороддан кейин турган элементлар ионлари эркин металл ҳолигача; ишқорлар, уларнинг тузлари, кислоталар эритмасининг электролизи натижасида H_2 ҳосил бўлади.

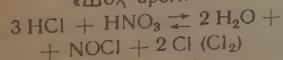
Оксидланма даражаси	Эркин атом ёки атомлар саноми	Кайтарилган атомлар саноми	Реакцияларнинг бошланғич шартлари
1	2	3	4
X_2	2	$2 X^-$	Галогенлар эритмада газ ҳолида кучли оксидловчи ҳисобланади.
O_2	2	$O_2 + O^{2-}$	Кислотали муҳитда: $O_2 + 2 H^+ + 2 e^- \rightarrow O_2 + H_2O$ Нейтрал муҳитда: $O_2 + H_2O + 2 e^- \rightarrow O_2 + 2 OH^-$
PbO_2	2	Pb^{2+}	PbO_2 кучли оксидловчи ҳисобланади, кислотали ёки ишқорий шароитда ҳам оксидлан қобилиятига эгадир. Кислотали шароитда: $PbO_2 + 4 H^+ + 2 e^- \rightarrow Pb^{2+} + 2 H_2O$ Ишқорий муҳитда: $PbO_2 + 2 e^- \rightarrow PbO_2^{2-}$
$[O_2]^{2-}$	2	$2 O^{2-}$	Кислотали муҳитда: $H_2O_2 + 2 H^+ + 2 e^- \rightarrow 2 H_2O$ Нейтрал ёки ишқорий муҳитда: $H_2O_2 + 2 e^- \rightarrow 2 OH^-$
HOX	2	X^-	$HOCl$, $HOBr$ ва уларнинг тузларида галогенид ионига қайтарилади.
$\begin{matrix} O \\ \diagup \\ Ca \\ \diagdown \\ Cl \end{matrix}$	2	$2 Cl^-$	
MnO_4^-	5	Mn^{2+}	Кислотали муҳитда MnO_4^- қизғин рангли иондан, рангсиз Mn^{2+} га айланади.
MnO_4^-	3	MnO_2	Нейтрал ёки кучсиз ишқорий муҳитда қўнғир рангли чўкма MnO_2 чўқади.
MnO_4^-	1	MnO_4^{2-}	Кучли ишқорий муҳитда кам қайтарувчи иштирокида MnO_4^{2-} тўқ кўк-яшил тусга киради.
M^+, M^{2+}, M^{+3}	1, 2, 3	M	Нодир металлларнинг ионларига хос.
ClO_3^-	6	Cl^-	Юқори температурада.
BrO_3^-	6	Br^-	Юқори температурада.
MnO_3	2	Mn^{2+}	

CO_2
 CO_3^{2-}
 CO_3
 HNO_3
 HNO_2
 HNO_3
 HNO_3
 HNO_3
 $NaNO_3$
 KNO_3
 O_3
 O_2
 NO_2^-
 $2H^+$

2	3	4
6	2Cr^{3+}	Кислотли муҳитда
3	Cr^{3+}	Кислотли муҳитда $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ кўринишида иштирок этади.
3	Cr^{3+}	Кислотли муҳитда
1	NO_2	Концентрацияган HNO_3 , Cu , Ag , Pb ва шунга ўхшаш пассив металллар билан реакцияга киришганда: $2\text{HNO}_3 + \bar{e} \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_3^-$ HNO_3 металлмаслар (C , P , S ва б.) ва сульфидлар билан таъсирлашади.
3	NO	$4\text{HNO}_3 + 3\bar{e} \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{NO}_3^-$ суюлтирилган HNO_3 билан кучсиз қай- тарувчилар иштирокида: $\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\bar{e} \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
8	N_2O	Суюлтирилган HNO_3 билан кучли қай- тарувчилар (Ca , Mg) иштирокида; $2\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 8\bar{e} \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$
10	N_2	Суюлтирилган HNO_3 билан ўртача куч- ли қайтарувчилар (масалан: кобальт, никель).
8	NH_4^+	$2\text{HNO}_3 + 10\text{H}^+ + 10\bar{e} \rightarrow \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ Ўта суюлтирилган HNO_3 билан актив металлар. $\text{NO}_3^- + 8\bar{e} + 10\text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$
8	NH_3	Юқоридаги реакция маҳсулотлари иш- қорий эритмаларини қиздирганда
4	2O^{2-}	Кислотли муҳитда: $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\bar{e} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ Нейтрал ва ишқорий муҳитда $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\bar{e} \rightarrow 4\text{OH}^-$
2	$[\text{O}_2]^{2-}$	
1	NO	
2	H_2	

1	2	4	4
H_2SO_4	2	SO_2	Концентрланган H_2SO_4 билан қайтарувчилар реакцияларида: $2 H_2SO_4 + 2 e^- \rightarrow SO_2 + SO_4^{2-} + 4 H^+$
H_2SO_4	6	S	Концентрланган H_2SO_4 билан кучли қайтарувчилар реакцияларида: $4 H_2SO_4 + 6 e^- \rightarrow S + 3 SO_4^{2-} + 4 H^+$
H_2SO_4	8	S^{2-}	Концентрланган сульфат кислотаси билан қайтарувчилар билан реакцияларида: $5 H_2SO_4 + 9 e^- \rightarrow H_2S + 4 SO_4^{2-} + 4 H^+$
H_2SeO_4	2, 6, 8	SeO_2, Se, Se^{2-}	H_2SO_4 каби оксидлайди, аммо кучли оксидловчидир. Сувсиз иссиқ H_2SeO_4 олтинни оксидлайди: $2 Au + 6 H_2SeO_4 = Au_2(SeO_4)_3 + 3 H_2SeO_3 + 3 H_2O$ $H_2O + SeO_2$
SeO_2	4	Se	
$(NH_4)_2 S_2$	2	$2 Se^{2-}$	Аммоний полисульфид икки валентлиги билан SnS ни SnS_2 га қадар оксидлашди. «Шоҳ ароғи», яъни HNO_3 билан H_2PtCl_6 таъсирида эркин хлор ва нитрозил хлорид ҳосил бўлиб, улар Au, Pt каби металлларни оксидлайди: $3 Pt + 4 HNO_3 + 12 HCl \rightarrow 3 PtCl_4 + 4 NO + 8 H_2O$
$S_2O_8^{2-}$	2	$2 SO_4^{2-}$	Персульфат кислота ёки унинг тузлари, персульфатлар водород пероксидининг ҳосилаларидан бўлиб, кучли оксидловчи хоссага эгадир; $6 FeSO_4 + 3 (NH_4)_2 S_2O_8 = 3 Fe_2(SO_4)_3 + 3 (NH_4)_2 SO_4$
$NaBiO_3$	2	Bi^{3+}	Натрий висмутат кучли оксидловчи бўлиб, қуйидагича реакцияга киришади: $BiO_2^- + 6 H^+ + 2 e^- \rightarrow Bi^{3+} + 3 H_2O$

«Шоҳ ароғи»



1	2	3	4
$FeCl_3$	1	Fe^{2+}	Масалан, Mn^{2+} қуйидаги тенглама бўйича оксидланади: $2 Mn^{2+} + 5 BiO_3^- + 14 H^+ \rightarrow 2 MnO_4^- + 5 Bi^{3+} + 7 H_2O$
Электролиз жараёнида мусбат зарядланган электрод (анод)			Галогенидлар эркин галогенларгача (фторидлар фақат суюқланмаларда), кислородли кислоталар қолдиқлари оксидланмайди, фақат эркин кислород ҳосил бўлади. Шундай ҳолатишқорлар электролизда ҳам кузатилади.

4.9. ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ РЕАКЦИЯЛАРИ ТЕНГЛАМАЛАРИНИ ТУЗИШ

4.9.1. Оддий реакцияларини тенгламаларини тузиш

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларинг тенгламаларини тузиш учун реакцияга киришаётган моддаларнинг формулаларини билмоқ зарур. Реакцияга киришаётган моддалар аниқ бўлгач (уни тажриба асосида ҳам аниқлаш мумкин) янги модда формуласи келтириб чиқарилади. Албатта, реакцияга киришаётган моддаларнинг миқдорлари реакцияга қадар ва реакциядан кейин бир-бирига тенг бўлиши керак. Массалар сақланиш ва эквивалентлар қонунарига асосан моддалар бир-бирлари билан ҳамма вақт эквивалент миқдорда бириктирилиши шарт. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг қонуни ва қондаларига асосан, реакцияга киришаётган моддалардан бири электрон бериши, бошқаси эса ўша электронни бириктириши керак. Шунингдек, реакция бориши учун зарур бўлган реакция муҳити, реакцияга киришувчи моддаларнинг концентрацияларини маълум бир меъёردа бўлиши, температура, босим ва катализаторлар бўлиши шарт.

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг бориши ёки бормаслиги ҳақида фикр юритилганда атомларнинг ионланиш энергияси, электроманфийлик, электронга

мойиллиги каби хоссалари ва уларнинг қийматлари эътибор берилиши керак.

Шунингдек, оксидланиш-қайтарилиш реакциялари реакцияга киришувчи ва янги ҳосил бўлувчи моддаларнинг стандарт электрод потенциал қийматлари жадвалларидан (китобнинг охириги саҳифасида берилган) баъзиларидан маълум бўлади.

Моддаларнинг оксидланиш-қайтарилиш реакциялари га мойиллиги уларнинг оксидланиш-қайтарилиш стандарт потенциал қийматларига боғлиқдир.

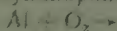
Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари тенгламаларни тузишда аввало оксидловчи ва қайтарувчиларни топиш, улардаги элементнинг оксидланиш даражасини аниқлаш, коэффициентлар танлаш ва сўнгги учувчи тенгламани тенглаштиришга киришиш керак. Элементларнинг атомлари чиқарган ёки бириктирилган электронларнинг сони янги ионларнинг оксидланиш даражаларининг ўзгаришига қараб аниқланади. Оксидланиш-қайтарилиш жараёнида ҳамма вақт ионларнинг электронлар сони, бириктирилган электронлар сони ва тенг эканлигини эътиборга олиш зарур.

Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари даими равишда осон бўлади. Бир атом ёки ион электронни ўзига олиб, атом ёки ион бу электронни бириктириб олади.

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига оддий тизимда тенгламалар келтирилади.

1. Алюминийнинг кислоталарда оксидланиш реакцияси кўриб чиқамиз.

Реакциянинг чап томонида реакцияга киришувчи моддаларнинг формулаларини, олдин қайтарувчи, унинг кейин оксидловчи формулаларини ёзамиз:



Моддаларнинг оксидланиш-қайтарилиш хоссалари бўлганда оксидловчи ва қайтарувчини, шунингдек уларнинг оксидланиш даражаларини аниқлаймиз. Бунинг учун қуйидаги тартибда иш тутиш тавсия этилади.

Алюминий — III группанинг асосий группача элемент бўлиб, актив металл қаторига киради. Унинг стандарт помери 13. Электронларнинг қобиқ ва қобиқчадаги тақсимланиши куйидагича:

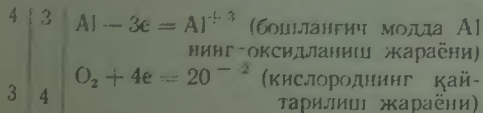
$_{13}\text{Al } 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$. Атомнинг асосий ҳолатида ташкил толовчи валент қобиғи $3s^2 3p^1$ шаклда бўлиб, унда битта ташкил толовчи электрон ($3p^1$ ҳолатда) гўёки +1 валентли бирикма

ҳосил қиладигандек кўринади. Аслида эса +3 валентли бирикма ҳосил қилади, чунки атом қўзғалган ҳолда $3p^1$ қобиқчадаги 1 та электрон $3p$ — орбиталнинг бўш қобиқчасига ўтганлиги туфайли, алюминийда 3 та тоқнинг электрон пайдо бўлиб, у ўз бирикмаларида ҳамма вақт 3 та электронни бериб юбориши туфайли доимий, ўзгармас ҳолда +3 валентликни намоён қилади. Эркин алюминий атомининг ионланиш потенциалининг қиймати (1,98 эВ) га, мойиллиги (0,52 эВ) ва электроманфийлиги (1,5 эВ) га аҳамият берилса алюминий актив металл бўлиб, қайтарувчи вазифасини бажариши кераклиги аниқ бўлади. Унинг оксидланиш даражаси 0 дан +3 гача ўзгарилади.

Шунингдек, кислород Д. И. Менделеев даврий системаси III группаси асосий группача элемент бўлиб, у асосий ҳолатда $01s^2 2s^2 2p^4$ кўринишда ёки $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$ ҳолда электрон конфигурацияга эга. Унинг ионланиш потенциали 13,61 эВ алюминийникига қараганда 2 марта кўли, бўлиб, электроннинг мойиллиги қиймати 1,47 эВ, электроманфийлиги эса 3,50 га тенг.

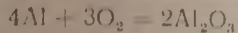
Демак, кислород алюминийга қарама-қарши ўлароқ оддий оксидловчидир. Кислород молекуласи 4 та электрон бириктириб олади. Кислороднинг асосий ҳолатида оксидланиш даражаси 0 бўлса, фақат 2 та электрон бириктириб — 2 валентли ҳолатга, яъни 8 электронли тур-буни қобиқчага эга бўлади.

2. Алюминий ва кислород атомларининг нечтадан электрон бериши ёки бириктириши бўйича, реакциянинг тенгламасини ёзамиз, оксидловчи ва қайтарувчи коэффициентларни топамиз. Шунингдек, коэффициентларни танлай-



Моддаларнинг оксидланиш-қайтарилиш хоссалари бўлганда ёзилган рақамлар устунда жараёнларда ташкил толовчи электронлар сони ва ҳолатининг ўзгартириб олини акс эттирилган. Рақамлар: 4 (кислород учун) ва 3 (алюминий иони учун) тенгламадаги коэффициент-

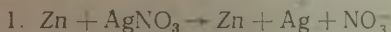
3. Тенгламанинг чап ва ўнг томонларига коэффициентларни қўйиб, тенгламани чап ва ўнг томондаги атомларнинг сонларини тенглаштирамиз:



Демак, электрон йўқотган модда, атом ёки ион нолга айланиши билан, лекин шу вақтда у бошқа моддани қайтарувчи шунинг учун уни қайтарувчи дейилади. Электрон бериб олиб турган модда, атом ёки ион қайтарилади, лекин бу жараёнда бошқа моддани оксидлайди, шунинг учун у оксидловчи дейилади. Юқоридики келтирилган мисолда қайтарувчи, O эса оксидловчидир.

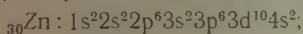
Йўқотилган электронлар сони билан бириктирилган олинган электронлар сони бир-бирига тенг бўлиши керак, шу сабабли топилган коэффициентларнинг ўрнини алмаштириб ёзиш қулай бўлади.

Яна бир неча мисоллар келтирамиз. Металл Zn билан кумуш нитрат ўртасида буладиган оксидланиш қайтарилиши реакциясини кўриб чиқайлик:



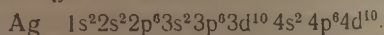
2. Қайтарувчи, оксидловчи ва уларнинг оксидланиш даражасини реакциядан олдин ва реакциядан кейин аниқлаймиз.

Zn — даврий система II группасининг қўшимча гуруҳи пачасида жойлашган, актив металл. Электронларнинг қобиқ ва қобиқчаларда жойлашиши қуйидагича:



Zn атомининг ташқи 4s — орбитасида 2 та электрон бўлади. Рухнинг ионланиш потенциали 9,391 эВ; нисбий электрманфийлиги 1,66, оксидланиш-қайтарилиш стандарт потенциали Zn/Zn^{2+} , $E^0 = -0,763$ В. Рух актив металл бўлганлиги учун ўзининг 2 та электронини чиқаради. Қайтарувчилик хоссасини намойиш қилади, унинг оксидланиш даражаси 0 дан +2 гача ортади.

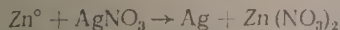
Кумушнинг қобиқ ва қобиқчаларида электронларнинг тақсимланиши қуйидагича:



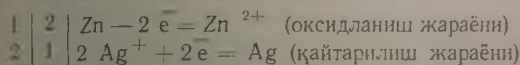
Унинг ионланиш потенциали 7,574 эВ, стандарт қайтарилиш потенциали $E^0_{Ag^+/Ag} = +0,799$ В. Мусбат айдланган Ag^+ кучли оксидловчидир. Аммо NO_3^-

оксидловчилик хоссасини бу шароитда намойиш қила олмайди.

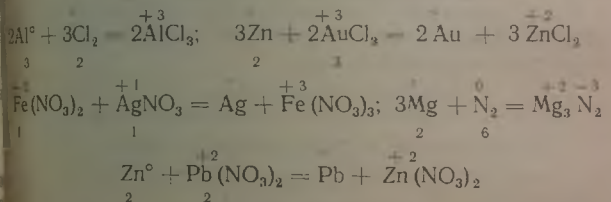
Шундай қилиб, рух билан кумуш нитрат кислота орбитаси ўртасида оксидланиш-қайтарилиш реакцияси бориши натижасида рухнинг оксидланиш даражаси 0 дан +2 гача ортади. Кумушники эса +1 дан 0 гача камаяди.



3. Электрон тенгламасини тузамиз, қайтарувчи ва оксидловчини аниқлаб, коэффициентлар тайлаймиз:



Қуйидаги оксидланиш-қайтарилиши реакцияларида қатнашувчи элементларнинг симболи юқорисида оксидланиш даражаси, пастки томонида эса қайтарувчи бўлган ва оксидловчи бириктирган электронлар сонлари кўрсатилган:



Оддий моддаларнинг реакцияга киришиши мўйиллиги ки лаёқатлилиги, уларнинг кўп хоссаларига, масалан, электрон структурасига, валент электронлар сонига, атомларининг ҳажмига, электрон орбиталларининг шаклига, электронларининг зичлигига боғлиқдир. Шунингдек уларнинг реакцияга киришиши лаёқатига реакция борадиган шароитлар: босим, температура, реакция муҳити, катализаторлар таъсир қилиши мумкин.

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тенгламаларини тузишда асосан кимёвий жараённинг қайси томонга йўналишини билиш шарт ва лозимдир. Агар кучли қайтарувчи билан кучли оксидловчи ўзаро реакцияга киришса, жараён охирига қадар боради, чунки ҳосил

булаётган маҳсулотларда оксидланиш-қайтарилуш реакциялари экифлашсади.

4.92. Мураккаб реакцияларнинг тенгламаларини тузиш

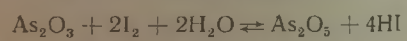
Оксидланиш-қайтарилуш реакцияларга киришиши билан эки ўзаро бир-бири билан реакцияга киришиши майдиган моддаларни экифлашда, асосан, янги ҳосил бўлган моддаларнинг барқарорлиги, уларнинг таркибий қисматлари бир-бири билан мустаҳкам кимёвий боғланишга эга эканлиги, реакцияга қатнашаётган моддаларнинг табиати, ташқи факторлар эки реакция муҳити, реакция бораётган шароит муҳим роль ўйнайди.

Мураккаб реакцияларда қайтарувчи ва оксидловчилардан ташқари, реакцияга киришувчи моддалар учун реакция муҳитини ташкил қиладиган моддалар: кислоталар, ишқорлар ва сув қатнашадиган ҳолатлар кўп учрайди.

Мураккаб реакцияларда ҳам, реакцияга киришувчи моддаларнинг лаёқатлилиги уларнинг кимёвий тузилишига ва реакция шароитига боғлиқдир.

Реакция муҳити кимёвий жараёнга шу қадар таъсир этадики, баъзан у реакциянинг йўналишини ўзгартиришга ҳам олиб келади, масалан:

Нейтрал ёки ишқорий муҳитда



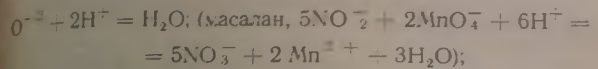
Кислотали муҳитда

Эритмаларда кислотали муҳит ҳосил қилиш учун кўп қисмида сульфат кислотадан фойдаланилади. Хлорид, нитрат кислоталардан фойдаланилмайди, чунки хлорид кислотаси оксидланишга мойил, аммо нитрат кислотаси ўзи кучли оксидловчи бўлганлиги учун реакция йўналишини бутунлай бошқа томонга буриб юбориши мумкин. Реакция муҳитини ишқорий ҳолга келтириш учун NaOH дан фойдаланилади.

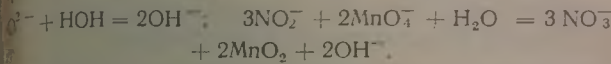
Мураккаб реакцияларнинг тенгламаларини тузишда чап томонга реакцияга киришувчи моддалар (қайтарувчи моддалар), сўнгга оксидловчилар ва керак бўлган кислота, ишқор ёки сувнинг формулаларини; ўнг томонга эса реакция натижасида ҳосил бўлган янги маҳсулотларни

эзмақ керак. Бунинг учун қуйидаги қондаларга эътибор бермоқ лозим.

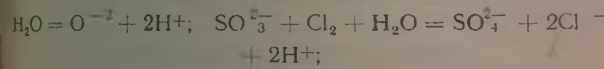
1. Агар реакцияга киришувчи моддаларда, реакция натижасида олинган янги моддаларга нисбатан кислотали атомлари сони кўп бўлса, ажралаётган кислотали кислотали муҳитда водород ионлари H^+ билан реакция-киришиб, сув ҳосил қилади:



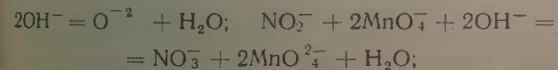
нейтрал ва ишқорий муҳитда кислотали муҳитда водород ионлари билан реакцияга киришиб гидроксил группа OH^- ҳосил қилади:



2. Агар реакцияга киришувчи моддалар янги ҳосил бўлувчи моддаларга қараганда камроқ кислотали атомлари эга бўлсалар, реакция учун керак бўлган кислотали атомлари кислотали ва нейтрал муҳитда эритмадаги сув молекуласидан олинади. Масалан:



ишқорий муҳитда гидроксил иондан олинади:



3. Оксидланиш даражаси мушбат бўлган металлмасларнинг атомлари ва юқори оксидланиш даражасига эга бўлган металлларнинг ионлари кислотали муҳитда кислотали молекуларлар CO , CO_2 , NO , NO_2 , SO_2 , SiO_2 , MnO_2 шунингдек, мураккаб кўп кислотали анионлар: NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , CrO_4^{2-} , MnO_4^{2-} ни ҳосил қиладилар.

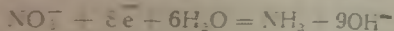
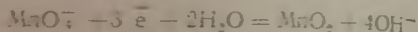
4. Водород иони паст оксидланиш даражасига эга бўлган элементларнинг ионлари: F^- , S^{2-} , Se^{2-} , Te^{2-} билан H_2 , H_2S , H_2Se , H_2Te ва бошқа ёмон диссоциацияланган анионларни ҳосил қилади.

5. Оксидланиш даражаси паст бўлган ва юқори бўлган элементлар ионлари OH^- иштирокида шу элемент-

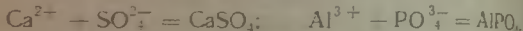
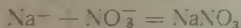
ларнинг юқори оксидланиш даражали кислород мааларини ҳосил қиладилар:



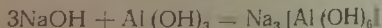
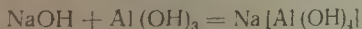
6. Элементларнинг юқори оксидланиш даражали реакцияларининг сув молекуласи билан бўлган уларнинг оксидланиш даражалари паст бўлган баридагача қайтарилиши ёки гидроксид ионларининг бўлиши билан боради:



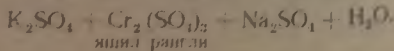
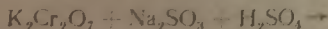
7. Кислотали ёки нейтрал муҳитда металлларнинг ионлари (+1, +2 ёки +3 зарядли) кислоталарнинг қолдиқлари билан тузларни ҳосил қиладилар:



8. Металлларнинг ионлари (+2, +3, +4 зарядли) ишқорий шароитда ишқорлар билан амфотер гидроксидлар ёки гидроксокомплексларни ҳосил қилишлари мумкин:



ёки $\text{NaOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 = \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.
Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг боришида реакцияларнинг ўзгариши, чўкмалар тушиши, газ эришиб чиқиши каби ҳолатлар юз беради. Масалан, қизил бинафша рангли MnO_4^- иони қайтарилиб, Mn^{2+} ионига айлانганда эритма ранги аниқланиши қийин бўлган $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ рангга бўялади. Шунингдек, қовоқ рангга эга бўлган $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ эса Cr^{3+} ионига айланганда эритма яшил рангга бўялади.



$2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ реакцияси кукулимон рангли олтингурутнинг чўкиши билан боради.
 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ водород ажраланиши билан боради.

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини тузишда асосан қуйидаги икки усулдан фойдаланилади:

1. Электрон баланс усули.
2. Ярим реакция (ион-электрон) усули.

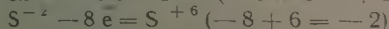
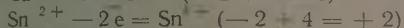
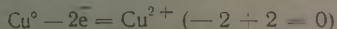
1. Электрон баланс усули. Бу усул билан оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тенгламаларини тузишда ва тегишли коэффициентларни топиб тенглаштиради: «Оксидловчи бириктириб оладиган электронлар сонига қайтарувчи берадиган электронлар сонига тенглаштириш керак» — деган қоидага амал қилиш керак.

Юқорида элементлар оксидланиш сонининг орттишига оксидланиш, камайишига эса қайтарилиш дейилган.

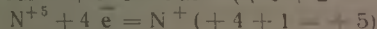
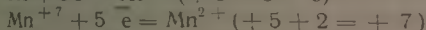
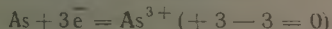
Шунга асосан, оксидланиш-қайтарилиш реакциялари натижасида атомнинг оксидланиш даражасининг мусбат қиймати ортса, ёки манфий алгебраик қиймати камайса, бу элемент атоми ёки иони ўзидан электрон чиқариб оксидланади, аксинча бўлса, элемент атоми (иони) ўзига электрон бириктириб олиб қайтарилади.

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг электрон тенгламалари тузилади. Масалан:

а) Оксидланиш жараёни

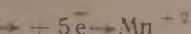
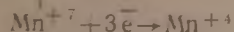


б) Қайтарилиш жараёни

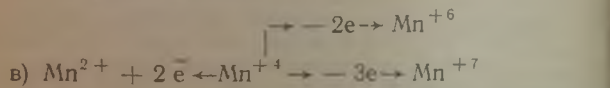
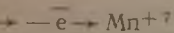
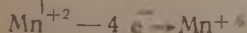


Ўзгарувчан оксидланиш даражасига эга бўлган элементлар энг юқори оксидланиш даражасига эга бўлган ҳолатларида электрон қабул қилиб фақат оксидловчи; энг кичик оксидланиш даражасида (қайси гурпулда шайлашганлигига қараб -1, -2, -3 ёки -4 ҳолатда электрон чиқариб фақат қайтарувчи; оралик оксидланиш даражасида ёки электрон чиқариб, ёхуд электрон қабул қилиб, оксидловчи ҳамда қайтарувчи бўлади. Масалан, Mn атоми +2, +4, +6 ва +7 оксидланиш даражасига эга бўлиши мумкин. Шунинг учун

а) $Mn^{+7} + 1e \rightarrow Mn^{+6}$ (бу реакцияларда Mn^{+7} ионни оксидловчи).

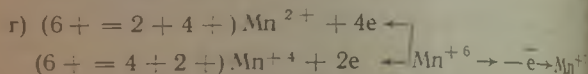


б) $Mn^{+2} - 2e \rightarrow Mn^{+4}$ (бу реакцияларда Mn^{+2} ионни қайтарувчи).



(реакциянинг бу йўналишида Mn^{+4} ионни оксидловчи)

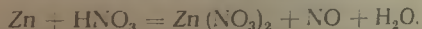
(реакциянинг бу йўналишида Mn^{+4} ионни қайтарувчи)



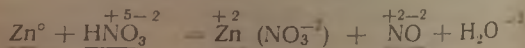
қайтарилиш жараёни
(Mn^{+6} ионни оксидловчи)

оксидланиш жараёни
(Mn^{+6} ионни қайтарувчи)

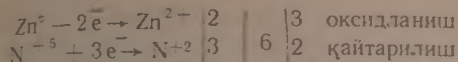
Электрон баланс усули бўйича оксидланиш-қайтарилуш реакциялари тенгламаларини тенглаштиришга бошланадиган неча мисоллар келтираемиз:



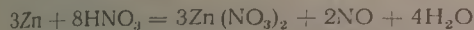
Реакцияда иштирок этаётган ҳар бир атомнинг оксидланиш даражаларини уларнинг устига ёзиб чиқамиз. Бу оксидланиш даражалари ўзгарган элементларни аниқлашга олаемиз (ости чизилган):



Кейин бу элементларнинг оксидланиш даражалари ўзгаришини кўрсатувчи электрон тенгламаларини тузамиз:



Берилган (2 та) ва қабул қилинган (3 та) электронлар сонини ўнг томондаги чизиқдан кейин ёзамиз ва бу иккада соннинг энг кичик қолдиқсиз бўлинувчисини топамиз. Бу сон 6 экан. Кейин 6 ни 2 га ва 3 га бўлиб, чиққан сонларни кейинги чизиқдан кейин ёзамиз. Шу охириги сонларни реакциянинг тўлиқ тенгламасида ҳосил бўлган моддалар (Zn^{2+} ва NO) коэффициентлари ҳолида ёзамиз:



Mn томондаги рух коэффициентини ҳам 3 га тенг, лекин N атоми тутган нитрат кислота коэффициентини 2 га тенг эмас, чунки рух ионини боғлаш учун 6 та NO_3^- иони талаб этилади.

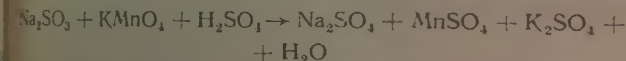
Натижада нитрат кислотадан 8 моль олиш керак. Ҳосил бўлган сув молекулаларининг сони чап томондаги нитрат кислотаси миқдоридан келиб чиқади.

Охирида кислород атомларини ҳисоблаб, бу тенглама моддалар массаларининг сақланиш қонунига бўйсиниши кўриниб турибди.

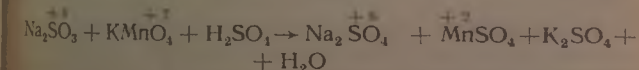
Юқорида айтганимиздек, оксидланиш-қайтарилуш реакциялари реакция бораётган муҳитга ҳам боғлиқдир. Кислотали, ишқорий ва нейтрал муҳитларда бориши мумкин бўлган оксидланиш-қайтарилуш реакциялари учун умумий ҳолатларни кўриб чиқамиз.

Кислотали шароитда содир бўладиган оксидланиш-қайтарилуш реакциялари.

1. Реакцияга киришаётган ва янги ҳосил бўлаётган моддаларнинг реакция схемасини тузамиз:



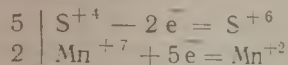
2. Қайтарувчи ва оксидловчининг реакцияга қадар ва реакциядан кейинги оксидланиш даражаларини аниқлаймиз:



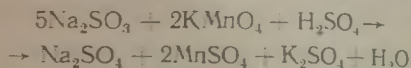
Реакция схемасидан кўринаяптики, олтингугуртнинг оксидланиш даражаси +4 дан +6 гача ошиб, у 2 та элек-

трон чиқарган, яъни S^{+4} —қайтарувчи экан. Марганецнинг оксидланиш даражаси +7 дан +2 гача пасайиб Mn^{+7} —оксидловчи (5 та электронни қабул қилган).

3. Электрон тенгламасини тузамиз, оксидловчи қайтарувчиларга тегишли коэффициентларни танлаймиз:

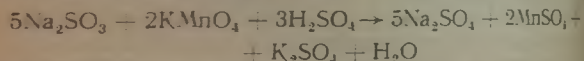


Реакция тенгламасига 5 ва 2 коэффициентлар (оксидловчи рувчи олдига 5 ва оксидловчи Mn^{2+} олдига 2) ни қўямиз:

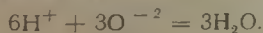


Шунга аҳамият берингиз, схема бўйича эритмада SO_3^{2-} MnO_4^- ионлари бор, лекин S^{+4} ёки Mn^{+7} иони бўлмаслиги вазиятга қўйида тўхталиб ўтамиз.

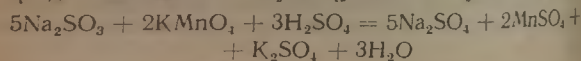
4. Тенгламанинг ўнг томонидаги кислота қолдиқларининг умумий сонини кўрсатадиган коэффициентни талаб кислота олдига қўйиш учун, тенгламанинг сол томонидаги кислота қолдиқини ҳисоблаганда уларнинг сони 8 та экани, яъни 5 та оксидланиш-қайтариш жараёни ($5SO_3^{2-} + 5e \rightarrow 5SO_4^{2-}$) да қатнашгани ва 2 та кислота қолдиқ (сульфат кислота ҳиссбига) катнонлар боғлашда иштирок этганини ҳисобга олинганда қўйиш тенгламани ёзишни талаб этади:



5. Эритмадаги водород ионлари сони бўйича H_2O учун коэффициентни танлаймиз:



У ҳолда тенгламанинг якуни қуйидагича бўлади:

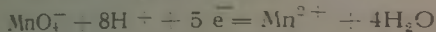


Тенгламанинг тўғри эканлигини реакцияга қадар ва реакциядан кейин ҳосил бўлган моддалар таркибидан атомлар сонларининг ўзаро тенг бўлганлиги исботлаймиз ва унга тенглик (=) белгиси қўйилади.

II. Ион-электрон ёки ярим реакция усули. Юқоридаги тенгламани ион электрон усули бўйича тенглаш-

тириш йўлини кўриб чиқамиз.

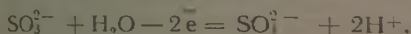
Бунинг учун электролитларнинг ионли тенгламаси тузилди. Бунда кучли электролитлар ион, газ ёки чўкма ҳолида бўлса, уларни молекула ҳолида ёзилади. Ионли кўринишда фақат реакцияга қадар ва реакциядан кейин қатнашганга эга бўлган оксидловчи ва қайтарувчилар ёзилади. Шунингдек реакция муҳитини характерлайдиган заррачалар кислотали муҳитда H^+ иони, ишқорий муҳитда OH^- иони, нейтрал муҳит бўлса H_2O ёзиб қўйилади. Юқоридаги тенглама ионли кўринишда: $MnO_4^- + 5SO_3^{2-} + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 5SO_4^{2-} + H_2O$ ёзилиши керак бўлади. Оксидланиш-қайтариш жараёнида қатнашувчи қай-қай ион ва оксидловчини аниқлаймиз. Бу реакцияда MnO_4^- — оксидловчи, чунки кислотали муҳит $pH < 7$ да MnO_4^- — 5 та электрон бириктириб, Mn^{2+} ионига қадар қай-қайилади. MnO_4^- таркибидан ажралаётган эркин кислород сув таркибидида 8 та водород иони билан реакцияга кири-қайиб 4 моль сув ҳосил қилади:



Бу тенглама оксидловчининг қайтарилишини акс эттирувчи ярим тенгламадир.

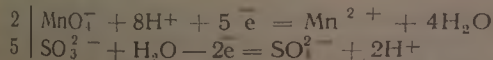
SO_3^{2-} — қайтарувчидир, чунки у 2 та электрон чиқариб, SO_4^{2-} гача оксидланади. SO_3^{2-} — иони SO_4^{2-} — ионига қадар қадар кўпроқ кислород атомига эга бўлди.

Етишмаган кислород атомини у сув молекуласидан олади, натижада 2 та водород иони ҳосил бўлади:

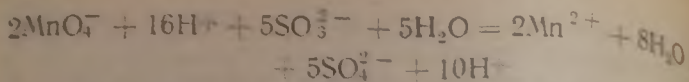


Бу тенглама қайтарувчининг оксидланишини акс эттирувчи ярим тенгламадир.

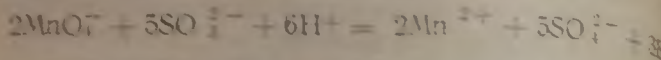
Демак, қайтарувчи томонидан чиқарилган умумий электронларнинг сони оксидловчи томонидан бириктирилган электронлар сонига тенг бўлиши керак:



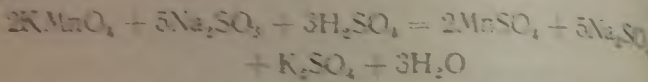
Чиқарилган ва бириктирилган электронларнинг сони бўйича тенгламадаги ионлар олдига қўйиладиган коэффициентларни танлаймиз:



Тенглик аломатининг чап ва ўнг томонидаги ўхшашлиқларни қисқартирилади:



Энди ионлар олдига қўйилган коэффициентларга асосланган умумий молекуляр тенгламага ҳам коэффициентлар чиқамиз:



Хулоса қилиб айтганда ион-электрон усулида реакциялар катташибди. Шунинг учун ҳам эритмада S^{2-} , S^{4-} , Mn^{2+} ионлари бўлмасдан, балки SO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Mn^{2+} ионлари катташибди. Эритмада содир бўладиган оксидловчи қайтарилиш реакцияларида катташибди моддалар қатнашадиган бўлса, шу жараёнда катташибди моддани ион ёки молекула ҳолида ёзиб шу модданинг табиий ҳолатини акс эттириши маънавий жиҳатдан тўғри деб топилади. Лекин, бу ва қаттиқ жисм ҳолатидаги моддаларни айрим атомлар бўлиб ёзмастан яхлит молекула ҳолида тенгламада катташтириш тўғри бўлади.

Баъзан, бир қаттиқ модда таркибида иккита қайтарувчи (масалан, As_2S_3 , P_2S_5 кабилар) атомлар бўлганда уларни ягона модда ҳолида ёзиш керак бўлади. Аксинча, ички молекуляр оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида ягона қаттиқ модда (масалан, $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) таркибидаги иккита заррача (Cr^{+6} ва N^{-3}) орасидаги жараёни электрон-баланс усулида ёритиш керак.

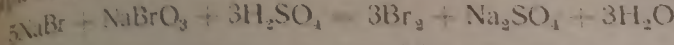
Қуйидаги кимёвий реакция тенгламасида галоген оксидловчи бўлиб, манфий зарядли нонгача қайтарилишини кўриб чиқамиз:



Бу реакцияда қайтарувчи иккита электрон оксидловчининг тегишли миқдордаги атомлари умумий электронни бириктириб олади. Шунинг учун ҳолатида улар олдига коэффициентлар қўймаймиз.

Агар манфий зарядли галоген қайтарувчи ва оксидловчи ролда ҳам галоген тутган модда бўлса, унда ҳам

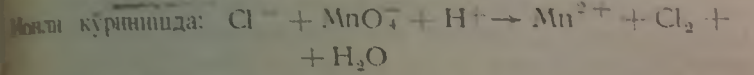
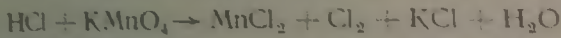
иккита ион ҳам нейтрал атомга айланади ва атомлар бириктириб, галоген молекуласини ҳосил қилади:



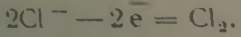
Умуман ион-электрон усули бўйича оксидланиш-қайтарилиш реакциялари тенгламаларини тенглаштириш учун қуйидаги қондаларга риоя қиламоқ зарур:

1. Реакциянинг молекуляр тенгламасини тузиш.
2. Реакциянинг ионли тенгламасини тузиш.
3. Ион-электрон тенгламаларини тузиш.
4. Оксидловчи ва қайтарувчи, шунингдек қайтарилиш ва оксидланган маҳсулотлар учун коэффициентлар таъинлаш.
5. Тошлаган коэффициентлар реакциянинг ионли тенгламасига қўйилиб, чап ва ўнг томонидаги моддалар заррачалари сонини тенглаштирилади.
6. Реакциянинг молекуляр тенгламаси тузилади.

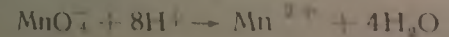
Масалан, қуйидаги реакция тенгламасини ион-электрон усули бўйича тенглаштирайлик:



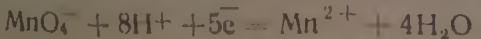
Бу реакцияда Cl^- — иони қайтарувчи:



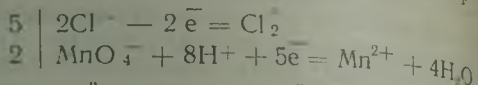
MnO_4^- — иони оксидловчи. MnO_4^- ионининг Mn^{2+} ионига қайтарилиши жараёнини (яъни $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$) ифодаловчи тенгламани тузишда, MnO_4^- таркибига кирган кислотанинг водород ионлари билан бириктириб сув молекулаларини ҳосил қилишини эътиборга олиши зарур, бу эса тенгламанинг чап томонида тенг миқдорда водород ионлари бўлишини талаб этади:



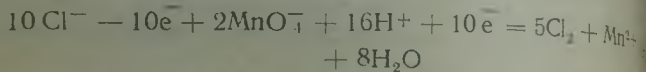
Бу схеманинг чап томонидаги мусбат зарядлар сонини ўнг томонидагига инсбатан бешта ортиқ бўлгани учун чап томонга бешта электрон киритиш керак, шундан кейин қайтарилиш жараёни тенгламаси қуйидаги кўринишга келади:



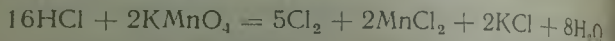
Томонда зарядлар йигиндиси $(-1) + 8 + (-5) = 0$ бўлиб, у ўнг томондаги заряд миқдорига тенг. Электрон баланси усулида кўрсатилганидек коэффициентлар топилади:



Оксидланиш-қайтарилиш жараёнларининг тенгламаларини қўшиб тегишли коэффициентларга кўпайтириб қуйидаги тенгламани ҳосил қиламиз:

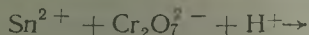


Молекуляр тенгламаси:

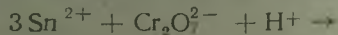


Кислотали муҳитда қалай хлориднинг катодик бихромат билан оксидланиш-қайтарилиш реакция тенгламасини ион-электрон усули билан тенглаштириш кўриб чиқамиз:

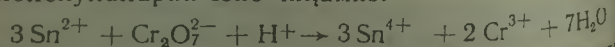
1. Тенгламанинг чап томонида реакцияга киришадиган моддаларнинг ионлари ва водород иони ёзилади. H^+ ионининг ёзилиши реакция кислотали шароитда бўлишини кўрсатади:



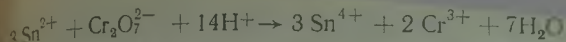
2. Sn^{2+} қайтарувчи, у иккита электрон чиқариб, Sn^{4+} ионига айланади. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ иони оксидловчи, у олтига электрон бириктириб, иккита Cr^{3+} ионига айланади. 6 ва 2 сонлари коэффициентлар бўлиши керак эди, аммо 6 ни 2 га бўлиб, у ҳолда 1 ва 3 рақамлари коэффициент бўлиб қолади. Бундан шундай хулоса чиқадики, битта $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ионига та Sn^{2+} иони тўғри келади:



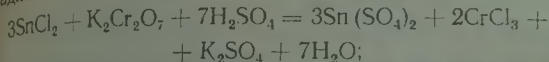
3. Тенгламанинг ўнг томонида ҳосил бўлган ионлар ва молекулаларни ёзиб чиқамиз:



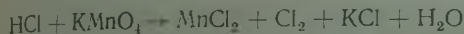
4. Тенгламанинг чап томонидаги кислород атомлари кислота таркибидаги водород ионлари билан сувни ҳосил қилишини ҳисобга олиб, водород ионлари учун коэффициентини танлаймиз:



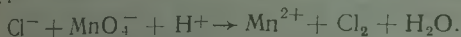
Демак, шундан сўнг молекуляр тенглама қуйидаги шаклга келади:



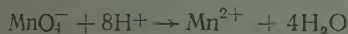
Реакция давомида ўз оксидланиш даражасини ўзгартириб қолган Cl^- , K^+ , SO_4^{2-} ионлари бошқа ўхшаш ионларга алмаштирилиши мумкин. Кислотали муҳитда содир бўладиган оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига яна бир мисол келтириламиз. Реакция қуйидаги схема бўйича боради:



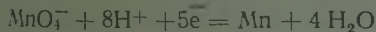
ионли кўринишида:



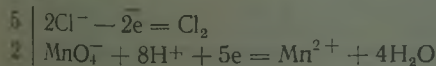
Бу реакцияда Cl^- иони қайтарувчи: $2\text{Cl}^- - 2\bar{e} = \text{Cl}_2$, MnO_4^- иони оксидловчи. MnO_4^- ионининг Mn^{2+} ионига қаётарилиш жараёнини (яъни $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$) ифodalовчи тенгламани тузишда MnO_4^- таркибига кирган кислороднинг ионлари билан бирикиб сув молекулалари ҳосил қилишини эътиборга олиш зарур, бу эса тенгламанинг чап томонида тенг миқдорда водород ионлари бўлишини талаб қилади,



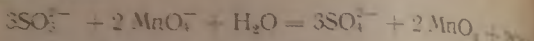
Бу схеманинг чап томонидаги мусбат зарядлар сони тенг томондагига нисбатан бешгага ортиқ бўлгани учун тенг томонга бешта электрон киритиш керак, шундан кейин қайтарилиш жараёни тенгламаси қуйидаги кўринишга келади.



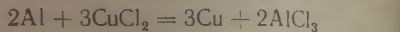
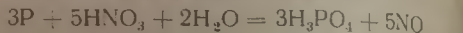
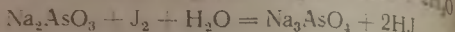
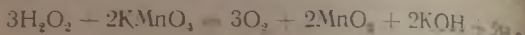
Электрон баланси усулида кўрсатилганидек коэффициентлар топилади:



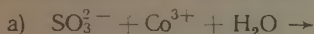
Оксидланиш ва қайтарилиш жараёнларининг тенгламаларини қўшиб тегишли коэффициентларга кўпайтириб қуйидаги тенгламани ҳосил қиламиз:



Нейтрал муҳитда борадиган бир неча оксидланган қайтарилиш реакцияларига мисоллар сифатида қуйидаги реакцияларни келтирамиз:

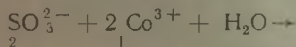


Нейтрал муҳитда SO_3^{2-} ионини Co^{3+} иони оксидланишининг ионли кўринишини келтирамиз:

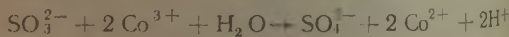


б) SO_3^{2-} иони қайтарувчи. У иккита электрон SO_4^{2-} ионига айланади. Co^{3+} иони битта электрон бериб, Co^{2+} ионига айланади.

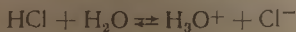
Қайтарувчи остига 2, оксидловчи остига 1 қўйиб, қайтарувчи ва оксидловчи учун коэффициентлар танланади:



в) Тенгламанинг чап қисмига реакцияга киришувчи моддаларнинг формулалари, унғ томонда эса янги ҳосил бўлган моддаларнинг формулалари ёзилиб коэффициентлари танланади:



KMnO_4 кислотали муҳитда энг актив оксидловчи хоссасига эга, у Mn^{2+} гача қайтарилади. Аммо нейтрал ва кучсиз ишқорий муҳитда камроқ, яъни MnO_2 (MnO_2) қайтарилади. Агар кучли ишқорий муҳитда яна ҳам оксидловчилик хоссаси камаяди. Буни гача тушунтириш мумкин: кислоталар сувда натижасида гидроксоний иони H_3O^+ ва кислота фига диссоциланади:

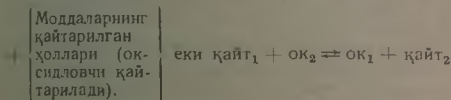
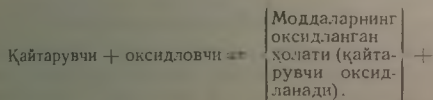


H_3O^+ иони MnO_4^- ионига таъсир этиб, марганец

ишқорий ўртасидаги кимёвий боғланиш ёки тортишиш кучини заифлаштиради. Шунингдек нейтрал муҳитда сувнинг молекулали 'молекулаларининг қутблилигини ҳосил бўлган H_3O^+ иони пасайтиради. Натижада MnO_4^- ионининг деформацияланиши сусаяди. Кучли ишқорий муҳитда марганец билан кислород ўртасидаги тортишиш кучи ёки кимёвий боғланиш яна ҳам мустаҳкамроқ бўлгани туфайли MnO_4^- ионининг оксидловчилик хоссаси яна ҳам камаяди, чунки MnO_4^- битта электрон бириктиради.

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига муҳитдан ташқари реакцияга киришувчи моддаларнинг концентрацияси, катализаторлар ва температура ҳам таъсир этади.

Умуман, ҳар қандай оксидланиш-қайтарилиш жараёнининг умумий кўринишини қуйидагича тасаввур қилса бўлади:

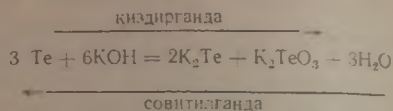


Кимёвий мувозанат константаси K нинг қийматини ёзсак:

$$K = \frac{[\text{ок}_1][\text{қай}_2]}{[\text{қай}_1][\text{ок}_2]}$$

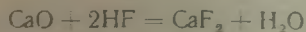
Бу формуладан кўришиб турибдики, оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг кимёвий мувозанати реакцияга киришаётган моддаларнинг концентрацияларига боғлиқ экан. Демак оксидловчи ёки қайтарувчининг концентрацияси оширилса, кимёвий мувозанат чапдан ўнғга томон, агар аксинча, моддаларнинг қайтарилган ёки оксидланган шаклининг концентрацияси оширилса, кимёвий мувозанат ўнғдан чапга томон силжиб, ҳосил бўлган янги моддаларнинг концентрацияси камаяди. Температуранинг кўтарилиши оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тезлигини оширади. Теллурнинг ишқор

билан реакциясига температуранинг таъсири куйидаги
схемадан кўринади:



Катализаторлар иштирокида борадиган оксидланиш
қайтарилиш реакцияларини кўриб чиқамиз. Оксидланиш
кислотасининг оксидланиши Mn^{2+} иони ёрдамида яна
тезлашади, чунки бу кислота эритмасига қўшилганда
калий перманганат қайтарилиб, эритмада Mn^{2+} иони
ҳосил қилади. Бунда ҳосил бўлган Mn^{2+} иони реакцияни
тезлаштиради.

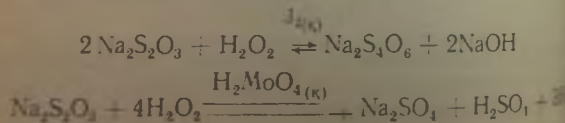
Реакциянинг бундай ҳолатини автокатализ
йилади. Масалан:



Бу реакция оксидланиш-қайтарилиш реакциясига
майди, аммо автокатализга мисол бўла олади, чунки
реакция жараёнида ҳосил бўлган оз миқдордаги
катализаторлик ролини ўйнайди. Натижада реакция
шиддатли равишда кетади.

Лаборатория шароитида бертоле тузига MnO_2 (ка-
лизатор) таъсир эттирганда реакция тезлашиб, кислота
тезроқ ажралади. Худди шундай KMnO_4 нинг парчи-
нишида ҳам MnO_2 муҳим роль ўйнайди.

Катализатор иштирокида иккинчи кимёвий модда
бири билан реакцияга киришиб, ҳар хил бирикмалар
ҳосил қилади:

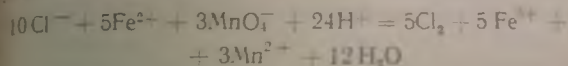


Биринчи реакцияда йод ионлари, иккинчи реакцияда
эса молибдат кислота (H_2MoO_4) катализаторлик ва
фасини бажаради.

Ҳаво кислороди ёрдамида Na_2SO_3 ни Na_2SO_4 га
оксидланишини пасайтирувчи манфий катализаторлик
вазифасини спирт, глисерин каби моддалар бажаришади.
Эрувлик таъсирида хлор билан водороднинг бир-бирига

оз миқдордаги кислороднинг аралашуви реакцияни
тезлаштиради.

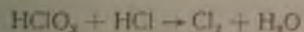
Баъзан оксидланиш-қайтарилиш реакциялари бир-
бирларини тезлаштиришлари мумкин. Бундай реакция-
ларни купинча туташтирилган ёки индукцияланган
реакциялар ҳам деб юритилади. Бундай реак-
цияларни биринчи марта рус олими Н. А. Шиллов 1904
йили тавсифлаган эди. Перманганат иони таъсирида хлор
ионининг аста содир бўладиган оксидланиш реакцияси
туташган ҳолда темир (II) ионининг иштирокида қисқа
вақтда содир бўлади:



Эки арсенит кислотанинг (H_3AsO_3) ҳаво кислороди
ёрида оксидланиш реакцияси сульфит кислотаси H_2SO_3
ёрдамида жуда тезлашади, чунки бунда сульфит кислота
ҳаво кислороди билан осон оксидланади, аммо арсенит
(H_3AsO_3) кислота ҳаво кислороди билан тезликда оксид-
ланмайди, бироқ иккаласининг бир вақтда реакцияга
киришиши уларни параллель ҳолда тез оксидланишига
олиши келади.

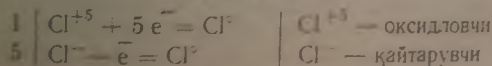
Юқорида кўрилган оксидланиш-қайтарилиш реакция-
лари учун коэффициент танлаш усули жуда кўп оддий
ва мураккаб жараёнлар учун қўл келади. Аммо оксид-
ланиш-қайтарилиш реакциялари тенгламаларини тузиш-
да куйидаги ҳолларга эътибор бермоқ зарур.

1-ҳол. Реакцияда иштирок этаётган турли моддалар
аркибидаги бир хил элемент атомлари ёки ионлари
электрон йўқотиши ёки бириктириб олиши мумкин, ма-
салан:

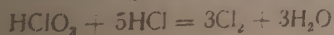


Бу реакцияда Cl^{-5} та электрон бириктиради, Cl^- иони
электрон 1 та электрон йўқотиб, иккала ион ҳам электро-
нейтрал хлор атомига айланади.

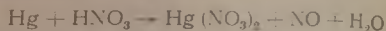
Реакцияларнинг электрон баланс тенгламаси:



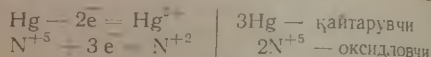
Тегишли коэффициентлар қўйилгандан сўнг, реакция-
нинг тулақ тенгламаси қуйидаги кўринишда ёзилади:



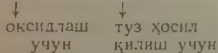
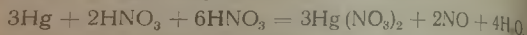
2- ҳо л. Баъзан кислота оксидловчи вазифасини бажарганда ҳам оксидлаш, ҳам туз ҳосил қилиш учун сарфланади, масалан,



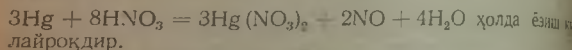
бу реакцияда HNO_3 нинг бир қисми Hg ни оксидловчи вазифада, қолган қисми $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ни ҳосил қилиш учун сарфланади. Бу реакциянинг электрон баланс тенгламаси:



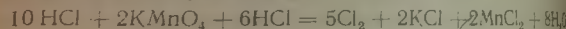
Демак, 3 моль Hg ни оксидлашга 2 моль HNO_3 сарфланади. Бундан ташқари 3 моль $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ҳосил қилиш учун яна 6 моль HNO_3 сарфланади. Шунга асосан реакция тенгламасини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:



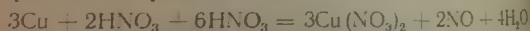
Лекин



Худди шу реакцияга ўхшаш қуйидаги реакцияда уқороридаги ҳол рўй беради:

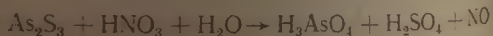


Бу реакцияда ҳам ўнта молекула HCl қайтарувчи вазифада қатнашса, 6 та молекула HCl туз ҳосил қилиш учун сарфланади. Шунингдек,



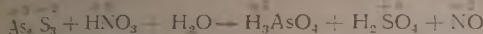
Реакцияда 3 та атом Cu га 2 молекула оксидловчи HNO_3 бундан ташқари, мис нитрат ҳосил бўлиши учун яна 6 молекула HNO_3 сарфланган.

3- ҳо л. Баъзан бир вақтда битта молекуладаги атом та элемент атомлари оксидланиб, битта элемент атоми эса қайтарилади: масалан, мишъяк сульфиднинг катионга центрланган нитрат кислота билан бўлган оксидланишда қайтариллиш реакцияси:



As_2S_3 даги As^{+3} , S^{-2} лар As^{+5} , S^{+6} га қадар

оксидланади. HNO_3 даги N^{+5} эса N^{+2} га қадар қайтарилади.

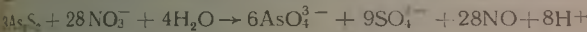
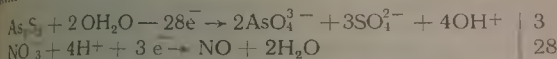


Бир молекула As_2S_3 да 2As^{+3} , 3S^{-2} бор: бир молекула As_2S_3 нинг 28 электрон йўқотгани, шунингдек 28 молекула HNO_3 3 дан электронни бириктириб олгани электрон тенгламадан аниқланади.

Демак, 3 молекула As_2S_3 га 28 молекула HNO_3 тўғри келади ва 28 NO ҳосил бўлади. H_3AsO_4 , H_2SO_4 , H_2O ларнинг коэффициентини ҳисоблаб топиш қийин эмас:



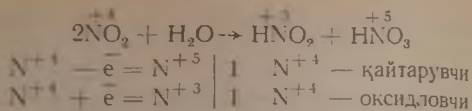
Бу реакция тенгламасини қуйидагича ҳам тавсифлаш мумкин:



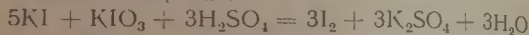
Бундай тенгламаларда кўп миқдордаги заррачалар қатнашиши моддий баланс ҳолатини қарор топган ёки топмаганлигини текширишни қийинлаштиради. Ярим реакция усулида бу вазифани осонлаштириш мақсадида тенгламаларнинг чап ва ўнг томонларини зарядлар йиғиндисини бир бирига тенг бўлишига ишонч ҳосил қилиш шарт. Ҳақиқатан ҳам, чап томондаги 28 та манфий заряд ўнг томондаги $(-3 \cdot 6) + (-2 \cdot 9) + 8 = -28$ га тенглиги ион кўринишдаги оксидланиш-қайтариллиш реакциясидаги асосий моддаларнинг коэффициентлари тўғри эканлигидан дарак беради.

Шу йўсинда муҳокама юришти оксидланиш ва қайтариллиш реакцияларининг механизмини ва моҳиятини аниқлашга, тенглама коэффициентларини тўғри танлашга имконият беради.

4- ҳо л. Баъзан оксидловчи ва қайтарувчи вазифасини бир модда таркибидagi бир хил оксидланиш даражасига эга бўлган элемент атоми ёки иони бажаради. Бундай реакцияларда олинган дастлабки модда таркибидagi элементга нисбатан оксидланиш даражаси катта ва кичик бўлган иккита янги модда ҳосил бўлади. Масалан:



ёки аксинча, ҳар хил бирикмалар таркибига кирадиган бир элементнинг ҳар хил ионлари кислотали муҳитда ҳам оксидланади ҳам қайтарилади. Масалан калий перманганат билан калий йодат ўртасидаги реакциянинг бориши билан танишиб чиқамиз.

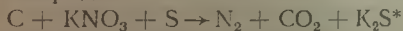


5-ҳол. Баъзан оксидланиш-қайтарилиш тенгламаларини одатдагидек тузиб бўлмайди. Масалан қуйидаги реакцияда:

$\text{Al} + \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}$, бунда Al — қайтарувчи, у 3 электрон беради, Fe_3O_4 таркибдаги FeO 2 та электрон, Fe_2O_3 эса 6 та электрон бириктиради, жами бўлиб бир молекула оксидловчи 8 та электрон бириктириб олади. Қайтарувчи учун коэффициент 8, оксидловчи учун коэффициент 3 бўлади. Шундай қилиб, тенглама қуйидаги кўринишга эга бўлади:



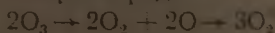
Қора порохнинг ёниши содда кўринишда қуйидаги тенглама бўйича боради:



Бу реакцияда углерод атоми қайтарувчи, у 4 та электрон бериб, CO_2 гача оксидланади; азот-оксидловчи, чунки KNO_3 N_2 га қадар қайтарилади, у $5 \cdot 2 = 10$ та электрон қабул қилади. Шунингдек, S^0 дан 2 та электрон олинганда S^{2-} га қадар қайтарилади. Шундай қилиб оксидловчи жами бўлиб 12 та электрон бириктиради. Демак, қайтарувчи томонидан берилган умумий электронларнинг сони, оксидловчи томонидан бириктирилган умумий электронлар сонига тенг бўлиши керак, яъни $4 \times 3 = 12$. У ҳолда тенглама қуйидагича ёзилиши керак.



6-ҳол. Озон энг кучли оксидловчи ва беқарор молекула, осон атомар кислородга парчаланади. Унинг парчаланishi босқичма-босқич боради:

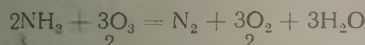
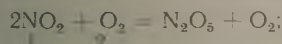
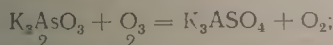
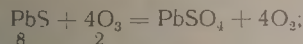


* Баъзан реакция CO , K_2CO_3 , K_2SO_4 , K_2S ҳосил бўлиши билан бориши мумкин.

Шунинг учун ҳам, оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида озон билан оксидланиш молекуляр ва атомар кислороднинг ҳосил бўлиши ҳисобига боради. Масалан:

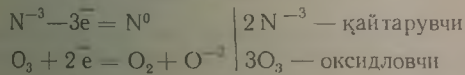
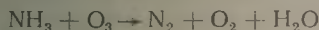


Бунда Br^- ионлари қайтарувчи, улар иккита электрон чиқариб, молекуляр бромгача оксидланадилар. Молекуляр озон эса 2 та электрон бириктириб, кислород молекуласига айланади:

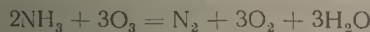


Охирги реакция муҳит ўзгариши натижасида NH_4NO_2 , NH_4NO_3 лар ҳосил қилиб ҳам бориши мумкин.

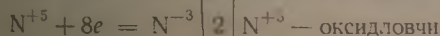
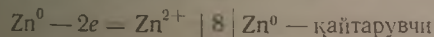
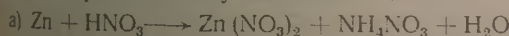
Реакциянинг электрон баланс тенгласини тузишда O_3 молекуласидан O_2 молекуласи ва O^{-2} ҳосил бўлишини назарда тутиш керак, масалан,



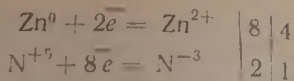
Реакциянинг тулиқ тенгласи:



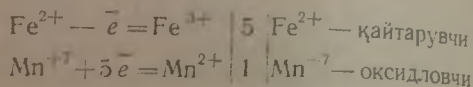
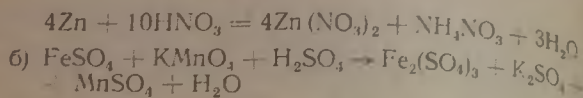
7-ҳол. Реакциянинг электрон баланс тенгласидаги топилган коэффициентларни бир неча марта қисқартириш ёки кўпайтириш лозим бўлади, масалан,



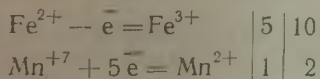
Реакциянинг электрон баланс тенгласига асосан 8 атом ва 2 молекула HNO_3 билан реакцияга киришганлиги учун 4 атом Zn билан 1 молекула HNO_3 реакцияда қатнашиши керак. Демак, топилган коэффициентларни (8 ва 2) икки марта қисқартириб ёзиш керак:



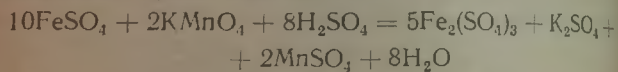
Реакциянинг тўлиқ тенгламаси:



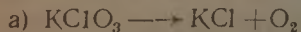
Бунда FeSO_4 нинг оксидланишидан ҳосил бўлган $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ таркибида битта эмас, иккита темир атоми бор бўлгани учун топилган коэффициентлар (5 ва 1) ни иккига кўпайтириб ёзиш керак:



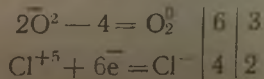
Реакциянинг тўлиқ тенгламаси:



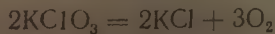
8- ҳ о л. Баъзан оксидловчи ва қайтарувчи вазифасини бажарадиган атомлар ёки ионлар бир модданинг таркибида бўлади, масалан:



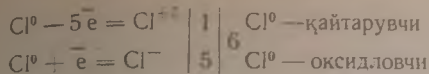
Бу реакцияда Бертоле тузи молекуласи таркибидаги O^{-2} қайтарувчи, Cl^{+5} иони эса оксидловчи бўлади:



Реакциянинг тўлиқ тенгламаси:



Бу реакцияда Cl_2 молекуласи таркибидаги хлор атомларидан бири оксидловчи, иккинчиси эса қайтарувчи бўлади:

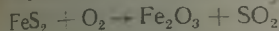


Реакциянинг тўлиқ тенгламаси:

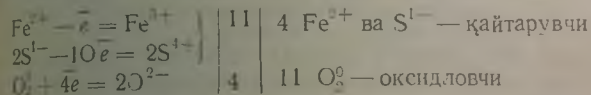


Бертоле тузининг парчаланиш реакциясини ички молекулалараро оксидланиш-қайтарилиш реакцияси деб аташ мумкин. Охириги реакция эса диспропорцияланиш реакцияси.

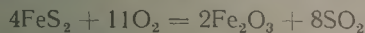
9- ҳ о л. Қайтарувчи модда таркибидаги мусбат ва манфий зарядли иккита ион бир вақтда оксидланиши мумкин. Бу ҳолда реакциянинг электрон-баланс тенгламасини тузишда оксидланган иккита ионнинг берган электронлар сонини қўшиб жамлаш керак, масалан:



Реакциянинг электрон баланс тенгламаси тузилади:

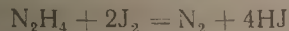


Шундай усул билан топилган коэффициентларни реакция тенгламасига қўямиз:

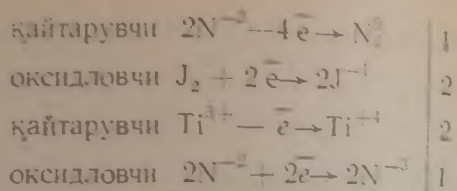


10- ҳ о л. N_2H_4 ва NH_2OH да азот атомлари оксидланиш ва қайтарилиш хоссаларини намоён қиладилар.

Гидразинда азот — 2 оксидланиш даражасига эга. Азотнинг нейтрал барқарор ҳолатга утишида гидразин қайтарувчилик хоссасини намоён қилади. Аммо азот яна электрон бириктириб — 3 оксидланиш даражасини ҳосил қилиши мумкин, чунки азот атомида бир жуфт эркин электрон бўлиб, ана шу электронлар ҳисобига донор-акцептор боғланиш ҳосил бўлади:

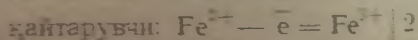
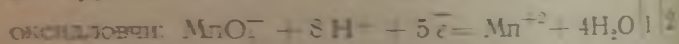
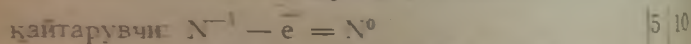
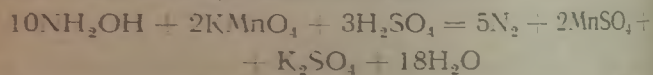


Электрон баланс усули бўйича, оксидловчи ва қайтарувчи моддалар учун коэффициентларни қуйидаги схема асосида топиш мумкин:



Гидроксиламин (NH_2OH) даги азот оксидловчи ва қайтарувчи хоссаларини намоён қилади. Гидроксиламинда умумий оксидланиш даражаси 1 га тенг. Сув эритмаларда гидроксиламин ва унинг тузлари молекуласига қадар оксидланиб, кучли қайтарувчи хоссаларини намоён қиладилар. Баъзан эса азот оксидгача оксидланади. Шунинг учун ҳам Fe^{+2} , Mn^{+2} , Ti^{+3} , HJ , H_2S лар билан бўлган реакцияда у кучли оксидловчи хоссаларини намоён қилади ва ўзи эса аммо акка айланади. Гидроксиламиннинг қайтарувчилиги шаронтий шаронитда ва оксидловчилиги кислотали шаронитда амалга ошади. Баъзан эса гидроксиламин реакция бораётган шаронитга мос хоссаларни намоён қилади. Масалан, сирка кислотали муҳитда у J_2 ни HJ гача қайтаради, аммо кучли хлорид кислотали муҳитда эса аксинча — HJ ни эркин J_2 гача қайтаради.

Гидроксиламиннинг қайтарувчи ва оксидловчи хоссаларини намоён қиладиган мисоллар келтираемиз:

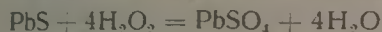
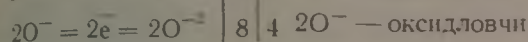
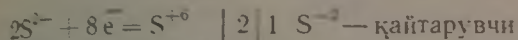
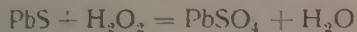


II-д.ол. Баъзан водород пероксид H_2O_2 ёки унинг бирикмалари оксидловчи ёки қайтарувчи хоссаларини намоён қилади. Ҳар хил реакция муҳитларида H_2O_2 оксидловчи ва қайтарувчи хоссаларига мисоллар келтираемиз.

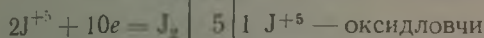
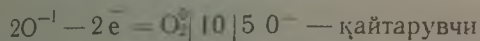
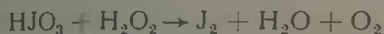
Юқорида кўрганимиздек, водород пероксид H_2O_2 оксидловчи хоссаларини намоён қиладиган мисоллар келтираемиз. У фақат кучли оксидловчилар таъсир этганда қайтаради.

ок. бошқа ҳолларда оксидловчи бўлади. Шунинг учун H_2O_2 иштирок этган реакцияларнинг электрон баланси тенгламасини тузишда айни реакцияда H_2O_2 нинг оксидловчи, ёки қайтарувчи эканлигини аниқлаш керак.

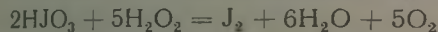
а) H_2O_2 оксидловчи бўлган ҳол учун мисол:



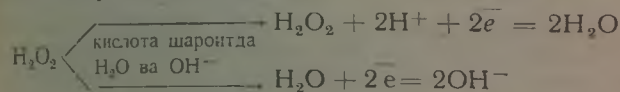
б) H_2O_2 қайтарувчи бўлган ҳол учун мисол:



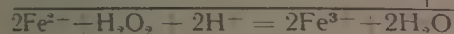
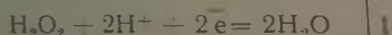
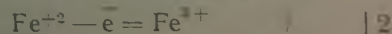
Топилган коэффициентларни тенгламага қўямиз:



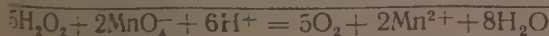
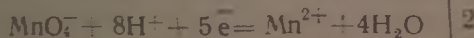
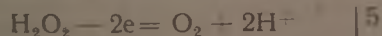
в) Водород пероксид муҳитга боғлиқ равишда қуйидаги схема бўйича қайтарилади:



Қуйидаги ҳолда H_2O_2 оксидловчи сифатида бўлади:

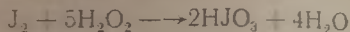


Лекин $KMnO_4$ ёки $(NH_4)_2S_2O_8$ каби кучли оксидловчи таъсирда водород пероксид қайтарувчи сифатида намоён бўлади. Масалан:

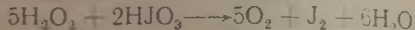


г) рНнинг өзгича ўзгариши билан баъзан H_2O_2 оксидловчи, баъзан эса қайтарувчилик хоссасини намояндалайди:

рН = 1 бўлганда

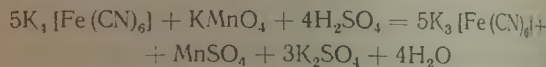


рН = 2 бўлганда

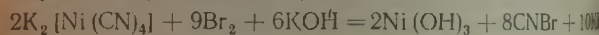


Хулоса қилиб айтганда, H_2O_2 кислотали, ишқорик ва нейтрал муҳитларда оксидловчи, кислотали ва ишқорик муҳитларда эса қайтарувчи хоссаларини намояндалайди экан.

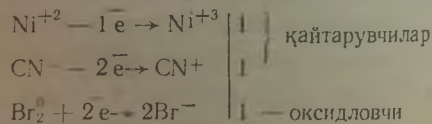
12- ҳо л. Комплекс бирикмалар ҳам оксидловчи қайтарувчи хоссаларини намояндалайди мумкин. Бундай ҳолларда комплекс ҳосил қилувчи марказий ионнинг заряди ўзгариши мумкин, масалан:



ёки оддий моддаларнинг таъсири натижасида комплекс бирикма парчаланиши мумкин.



Бу реакцияда бромидан ҳосил бўлади, унда CN^- иони $CNBr$ ҳолатда бўлади. Шу сабабли оксидланиш-қайтарувчилик схемаси қуйидагича бўлади:

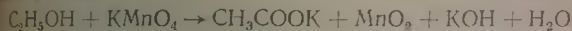


Ёхуд комплекс ҳосил қилувчи ион нейтрал ҳолда бўлиб чиқиши мумкин:

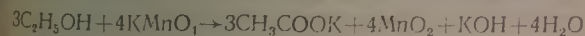


Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари комплекс бирикмаларда электронларнинг қайта тақсимланиши натижасида боради. Аммо шуни унутмаслик керакки, комплекс ҳосил қилувчи марказий ионни ҳамма вақт ҳам оксидлаш мумкин эмас, чунки лигандлар марказий ионнинг оксидланишига йўл бермайди, лигандлар марказий ионнинг валентлигини мустаҳкамлайди. Масалан, оддий бирикмалар $PbCl_4$, $MnCl_4$, $CoCl_3$ ва бошқалар тарқалган

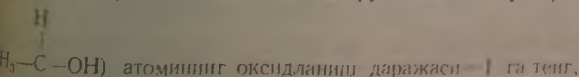
Мп. Со лар ўзларининг паст оксидланиш даражасига эришганлар осонгина қайтариладилар, аммо уларнинг комплекс бирикмалари бўлган: $K_6[PbCl_6]$, $K_2[MnCl_6]$, $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ таркибидаги қўرғошин, марганец ва кобальтлар осонликча қайтарилмайдилар, чунки уларнинг комплекс бирикмалари жуда барқарордир. Органик бирикмаларда қутбли боғланишлар кам бўлганлиги учун молекулада қайси атомлар мусбат, қайсиси манфий зарядланганини аниқлаш қийин. Шунинг учун бундай реакцияларнинг тенгламаларини тузишда ва оксидловчи, қайтарувчиларнинг коэффициентини танлаш электронларнинг сонига қараб эмас, балки реакцияга киришувчи моддаларнинг қанчалик янги моддаларга айланишига қараб билиб олинади. Бир неча мисоллар келтирамиз:



Тенгламадан кўришиб турибдики, ҳар бир молекула C_2H_5OH ни CH_3COOH га айланишида (бизнинг мисолда CH_3COOK) битта ортқасда кислород атоми талаб этилади. Реакция тенгламасидан кўришиб турибдики C_2H_5OH молекуласи иккита кислород атомини талаб қилади ёки қайтарувчидан тўртта электронни талаб қилади. Калий перманганат, тўғрироғи, MnO_4^- иони оксидловчи бўлиб, бундай шaroитда 3 та электронни талаб қилади. Ана шу шaroитдагиларни ҳисобга олган ҳолда кимёвий реакция тенгламасини тузамиз ва коэффициентларни танлаймиз:



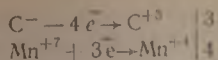
Этанил таркибидаги метилен группасидаги углерод



Н
О
О
О

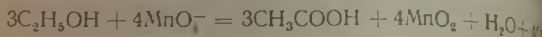
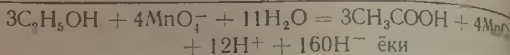
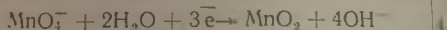
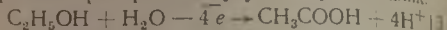
Оксийдан кейин ҳосил бўлган сирқа кислотасида шу тар-

қилиш —C—OH ҳолидаги углерод атомининг оксидланиш даражаси +3 ҳолида эканлигини атомларнинг nisбий электр аффайликлари асосида аниқлаш қийин эмас. Бу реакция тенгламасидаги коэффициентларни электрон баланси усулида танлаймиз:

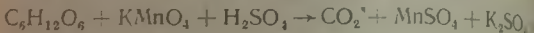


Олинган натрижа юқорида келтирилган ҳолатдан берилади.

Бу жараёни ярим реакция усулида ҳал этайлик:

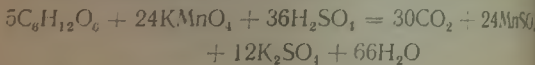


Глюкоза $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ кислотали шаронгта калий перманганат билан қуйидаги тенглама бўйича оксидланади:

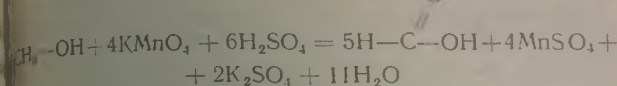
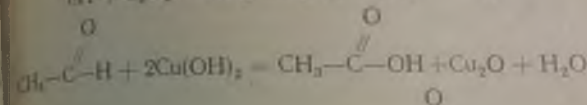
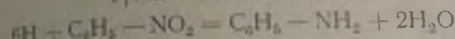
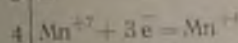
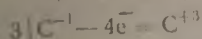
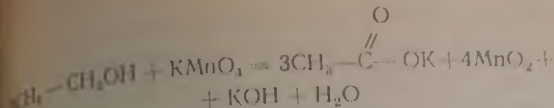
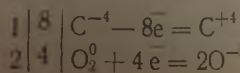
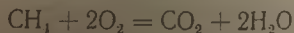


ёки $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

Глюкоза ва ҳосил бўлган моддаларнинг оксидланиши учун сарфланган кислород атомларини ҳисоблаганда ҳар бир молекула $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ учун 12 та кислород атоми кераклиги ва 24 та электрон сарфланишини кўрсатади. Кислотали муҳитда калий перманганат 5 та электрон бириктириб олиши ва Mn^{2+} гача қайтарилиши мумкин эканлиги маълум. Буни ҳисобга олиб, реакция тенгламасини ёзиб коэффицентларни танлаймиз:



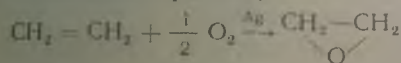
Органик моддалар иштирокида борган оксидланиш тарихи реакцияларнинг тенгламаларини тузишда янги реакцияларда оксидланиш даражасидан ҳам фойдаланиш мумкин. Анорганик бирикмалардагидек органик бирикмалар қатнашган оксидланиш-қайтарилуш реакциялари учун коэффицентларни оксидланиш даражаси ларининг ўзгаришига қараб танлаш бўйича мисол келтираемиз:



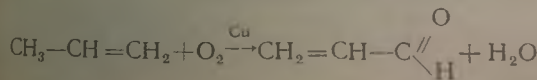
Коэффицентлар танлашда шуни унутмаслик керакки органик бирикмаларда атомнинг электрон булути ёки заряди зичлиги ва реакцияларнинг бориш механизми ҳисобга олинмайди. Ана шундай камчиликларга қарамасдан бу усул осонлик билан коэффицентлар танлашга имкон беради.

Ана шундай органик бирикмалар қатнашган оксидланиш-қайтарилуш реакцияларига мисоллар келтираемиз.

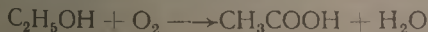
1. Ҳаво кислороди ёрдамида этиленни оксидлаб, этилен оксидини олиш (реакция 270—290 °С да кумуш кристаллари ёрдамида олиб борилади):



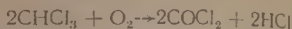
2. Мис катализатор иштирокида ва Ҳаво кислороди ёрдамида пропиленни акроленга қадар оксидлаш:



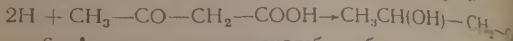
3. Вино спиртини сирка кислотасига қадар оксидлаш:



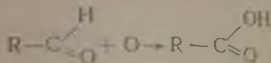
4. Хлороформни Ҳаво кислороди билан фосгенга қадар оксидлаш:



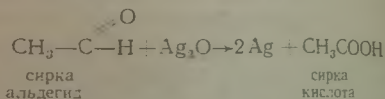
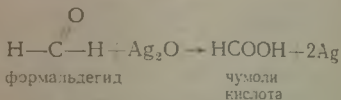
5. Водород ёрдамида кетонкислотани қайтариш:



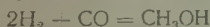
6. Альдегидларни оксидаб карбон кислоталарни



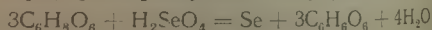
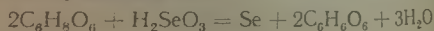
ёки аниқ мисоллар:



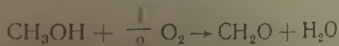
7. Метанолни синтез қилишда углерод (II) оксид ва водород билан 220—300 °С да, юқори босим остида ZnO катализатори ёрдамида қайтариллади:



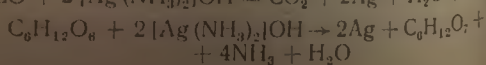
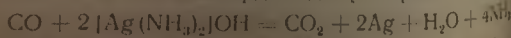
8. Оксидланиш даражаси +4 ва +6 бўлган элементнинг бирикмалари таркибида аниқлашда ва ажратилишида қайтарувчи сифатида аскорбин кислота (аскорбин С) дан фойдаланилади:



9. Формальдегидни синтез қилиш учун метанолнинг кислороди ёрдамида оксидланади:

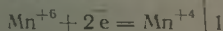
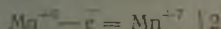
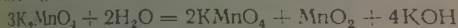


10. Кумуш унинг комплекс бирикмасидан углерод (II) оксид ва глюкоза ёрдамида қайтариб олинади:

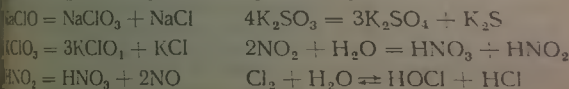


4.3. Диспропорцияланиш ва ички молекулалар оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тенгламаларини тузиш

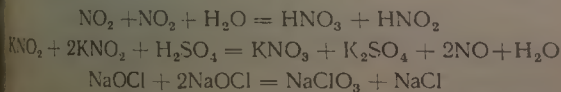
Диспропорцияланиш реакцияларида битта элементнинг оксидланиш даражаси маҳсулотларда ҳам ўзгариши ҳам камаяди. Базан бундай реакцияларни диспропорцияланиш реакциялари ҳам дейилади. Бунда бошланғич модда турли хил бирикмалар ҳолатида, улардан бирида атомларнинг оксидланиш даражаси юқори, иккинчисиде эса паст бўлади. Равшан бўлган бундай реакциялар молекуласида оралиқ оксидланиш даражасига эга бўлган атомлар бор моддаларда бўлиши мумкин. Қайли манганат K_2MnO_4 нинг қайтарилиши бунга мисол бўлолади; бу бирикмада марганец +6 га тенг оралиқ оксидланиш даражасини намояндалаштади. Бу тузнинг эритмаси тўқ яшил рангли (MnO_4^{2-} нинг ранги) бўлади, лекин оз вақтдан сўнг эритманинг ранги қуёрига айланади. Бу MnO_2 чўкмаси туш-қуёриги ва MnO_4^- ион ҳосил бўлганлигини кўрсатади. Бунда қуйидаги реакция содир бўлади:



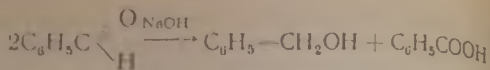
Диспропорцияланиш реакциялари жумласига қўп учрайдиган қуйидаги реакциялар ҳам киради:



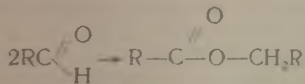
Диспропорцияланиш реакцияларига яна бир неча мисоллар келтирамыз:



Диспропорцияланиш реакциялари органик кимёда ҳам катта аҳамиятга эга. Масалан, Каницарро реакциясида ишқор таъсирида ароматик альдегидлар спирт ва кислотага айланади:



Шунга ўхшаш диспропорцияланиш реакциясида ароматик ва гетероциклик альдегидлар алюминий алышларни таъсирида мураккаб эфир ҳосил қилади (Пиннес реакцияси):



Ароматик альдегидлар учун калий ёки натрий алышлари ишлатилади.

Ички молекуляр оксидланиш қай-қандай реакцияларида элементлар орасида электроннинг алмашилиши битта молекула ичидаги атомлар орасида содир бўлади. Мисол тариқасида бир қанча теги диссоциланиш реакциялари тенгламасини келтири-

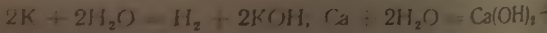


4.9.4. Сув иштирокида борадиган реакция тенгламаларини тузиш

Сув молекулаларининг қутблилиги бошқа эритувчилариникидан катта фарқ қилгани учун, электролитлар сувда диссоцилланади. Эритувчиларнинг ионлаш хусусияти уларнинг диэлектрик константаларига ҳам боғлиқдир. Сувнинг диэлектрик константаси 81 га тенг, демакки заряднинг бир бирига тортилиш кучи сув муҳитида вакуумга қараганда 81 марта камайди. Сув молекулаларининг қатнашиши билан борадиган кимёвий жараёнларни уч турга бўлиш мумкин:

1. Сув оксидловчи ролини ўйнайдиган реакциялар.
2. Сув қайтарувчи хоссаларини намоён қиладиган реакциялар.
3. Ион алмашилиш ва бирикиш реакциялари.

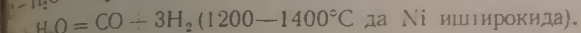
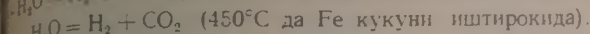
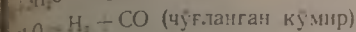
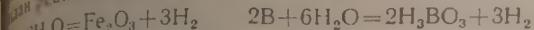
1. Хона шароитида сувнинг водород атоми иштирокида ва ишқорий-ер металлларини оксидлайди (магний ташқари):



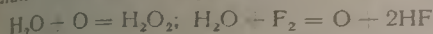
Шунингдек водород атоми шу металлларнинг гидридларини ҳам оксидлайди:



Шунингдек Mg билан Zn 100 °C да сув таъсирида оксидланади. Кам актив металллар юқори температурада сув таъсирида реакцияга киришлари мумкин:

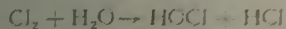


2. Хона температурасида сув атомар кислород ва водород билан оксидланиши мумкин:

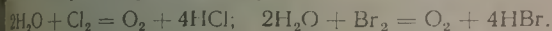


3. Хона температурасида сув атомар фтор билан сувида реакциялар давомиди, яъни F₂ билан сув ўртасида реакция пайтида O₂, O₃, H₂O₂, OF₂ лар ҳосил бўлиши

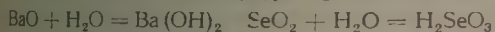
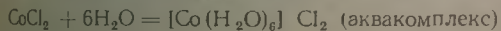
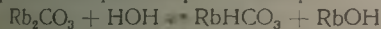
мумкин. Сув билан сувнинг ўзаро реакцияси натижасида гипохлорит ва хлорид кислоталар ҳосил бўлади:



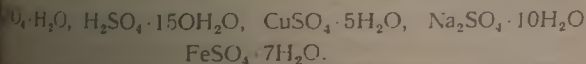
Сув билан бром ва йод реакцияга киришганда ҳам худшундай жараён содир бўлади, аммо кимёвий мувозират кўпинча ундан чапга силжиган бўлади. Хлор сув билан 100 °C да ёки совуқда ва ёруғлик таъсирида кимёвий реакцияга киришса, бром 550 °C да реакцияга киришса, кислород ажратиб чиқаради:



3. Жуда кўп моддалар сув билан бирикиш ёки алмашилиш реакцияларига киришадилар:



Сув ва тузлар, кислоталар ва асослар эриганда уларнинг кристаллари гидратланади, яъни сув молекулалари билан кристаллар ҳосил қиладилар. Масалан, сульфат кислота молекуласи 150 гача сув молекулаларини бириктириб



Сувнинг катализаторлик хоссаси жуда катта аҳамиятга эгадир. Жуда кўп реакциялар сув иштирокида

боради. Масалан, хлор сувсиз ҳолда этмайди. Қуруқ ҳолда H_2S ва SO_2 киришмайди, қалдироқ газ сув буғи бўлмаса хоссасини йўқотади.

4.9.5. Металларнинг кислота ва ишқор эритмалари ўзаро реакциялари тенгламаларини

Кимёвий реакциялар жараёнида металлларнинг кислота билан кислоталар ўртасида қуйидагича ўзгариши мумкин:

а) Кристалл панжарасидаги атомлар кимёвий боғланишнинг узилиши.

б) Нейтрал атомдан электроннинг ажралоши.

в) Ҳосил бўлган металл ионлари билан сув ўзаро таъсирлашуви.

Агар алоҳида ҳолдаги атомнинг активлиги ионланиш энергияси билан ўлчанадиган бўлса, металлнинг кислота билан реакциясининг активлиги металл панжарасини емириш учун сарфланган энергия билан ўлчанади. Металл кристалл панжарасини емириш энергияси қанча паст бўлса, у шунча тез ҳисобланади. Масалан, натрий, рубидий, калийга қараганда литийда бу хусусият паст, кальцийда эса натрийга қараганда янада паст бўлади.

Барча металллар ва металлмаслар ўзларининг активликлари бўйича маълум бир кетма-кетликка эгадир. Бу кетма-кетлик стандарт электрокимёвий потенциаллари қатори номи билан машҳурдир:

Металлар активлигининг камайиши тартиби.

$Li, Cs, Rb, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Ti, Co, Ni, Sn, Pb, H, Sb, Bi, Cu, Ru, H_2, Rh, OS, Pd, Pt, Au.$

Металлар ионларининг электронларини бириктириб олишнинг камайиш тартиби.

Металларнинг активлик қаторидан кўриладики, Li Cs дан олдин, Ca эса натрийдан олдинлаштирилган.

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида металлнинг электрокимёвий қаторидан унумли фойдаланиш учун қуйидаги ҳолатларга аҳамият бериш зарур:

1. Металлар активлик қаторида қанчалик узоқ жойлашган бўлса, унинг активлиги шунчалик кам

экинча. Металларнинг активлиги қанчалик катта бўлса, улар шунчалик осон оксидланади, оксидланган ҳолдан қайтарилиши шунчалик суст бўлади.

2. Металл активлик қаторида қанчалик ўнроқда жойлашган бўлса, унинг кимёвий активлиги шунчалик осон бўлади, улар қийин оксидланади, оксидланган ҳолдан қайтарилиши шунча осон бўлади.

3. Манфий потенциалга эга бўлган ва водород билан тез оксидланадилар ва суюлтирилган кислоталарнинг таркибидан водородни осонроқ сиқиб чиқарадилар.

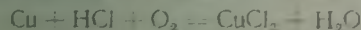
Аммо қўрғошин водороддан чапроқда жойлашган бўлса ҳам 80% ли сульфат кислота эритмасида оксидланмайди, чунки унинг сиртида дарҳол $PbSO_4$ таркибидан пардаси пайдо бўлади, бу парда қўрғошиннинг янада оксидланишига тўсқинлик қилади.

Чунки қаватларигача оксидланишга қўймади. Активроқ металллар сувли эритмада қандай оксидлансалар кислоталарнинг таркибидан водородни осонроқ сиқиб чиқарадилар.

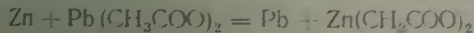
Аммо рух металллар суви эритмада қандай оксидлансалар кислоталарнинг таркибидан водородни осонроқ сиқиб чиқарадилар. Оксид пардасига эга бўлган металллар ишқорий шароитда оксидланади.

Масалан, водороддан ўнроқда жойлашган металллар (активроқ металллар) сульфат кислоталарда ҳам оксидланмайди. Мис суюлтирилган HCl ва H_2SO_4 да оксидланмайди, аммо концентратланган H_2SO_4 ва HNO_3 кислоталар билан кимёвий реакцияга киришади:

$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2 + H_2O$ лекин Cu кислоталарнинг таркибидан HCl да эриши мумкин:



4. Актив металллар пассив металллар тузлари эритмалари билан реакцияси натижасида пассив металлларнинг қобиқи чиқарадилар, масалан:



Актив металлларни уларнинг сувдаги эритмаларидан электролиз жараёнида ҳам олиб бўлмайди, чунки уларнинг нормал электрод потенциаллари водородникига қараганда манфий қийматга эга.

Электрокимёвий кучланишлар қатори металлларнинг электрокимёвий хоссаларини тавсифлайди. Ундан электролиз жараёнида ионларнинг катодда қайтарилиш имкониятини муҳокама қилишда, шунингдек металлларнинг

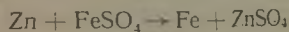
умумий хоссаларини тавсифлашда фойдаланилади. Бундан стандарт электрод потенциаллар қийматлари ва ионларнинг оксидловчи қудратларининг қайтарувчи ва ионларнинг оксидловчи қудратларига миқдорий характеристика бериледи.

Металл учун электрод потенциаллари алгебраик қиймати қанчалик кичик бўлса, шу металлниң қайтарувчи хусусият шунчалик кучли ва ионларнинг оксидловчи қудрат хусусияти шунчалик кучсиз бўлади.

Бу қатордан кўриниб турибдики, металлларнинг энг кучли қайтарувчи литий, олтин энг кучсиз қайтарувчи ва аксинча, олтин иони Au^{+} — энг кучли, литий иони Li^{+} — энг кучсиз оксидловчидир.

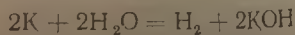
Кучлиниш қаторидаги ҳар қайси металл қайтарувчи қудратидан кейин жойлашган барча металлларнинг қайтарувчи қудратлари эритмаларидан сиқиб чиқара олади. Лекин бу ҳолат барча ҳолларда албатта амалга ошади дегани эмас. Масалан, алюминий мисни (II) хлорид эритмасидан сиқиб чиқаради, аммо уни мис (II) сульфат эритмасидан сиқиб чиқара олмайди. Бунга шуки, хлорид — ион Cl^{-} алюминий сиртидаги оксидлардани — Al_2O_3 ни емиради, аммо сульфат ион SO_4^{2-} емира олмайди.

Кўпинча кучлиниш қатори асосида металлларнинг қайтарувчи қудрати эритмаларидан анча актив ишқорий ва ишқорий-ер металллар таъсирида сиқиб чиқариш таламаларини ёзишга ҳаракат қилинади. Бу ҳолда металллар сиқиб чиқарилмайди, чунки ишқорий ва ишқорий-ер металлларнинг ўзлари сув билан реакцияга киришиши мумкин. Бу тўғрида бир неча мисоллар келтирамыз. Масалан:

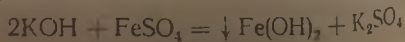


Бу реакция осон боради.

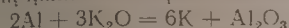
Қуйидаги реакция $2\text{K} + \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe} + \text{K}_2\text{SO}_4$ бориши мумкин, лекин калий ёрдамида темирни сиқиб чиқариб бўлмайди, чунки калийнинг сув билан реакцияга киришиши энергетик афзалдир:



кейин содир бўладиган жараён олдин қутилган металлдан фарқ қилади:



Стандарт электрод потенциалли металларнинг қайтарувчи қудрат хоссаси ва улар ионларнинг оксидловчи қудрат хоссалари фақат сувли эритмаларда борадиган жараёнлар учун тадбиқ қилиниши керак. Масалан:



Стандарт электрод потенциалли қатори буйича бу реакция содир бўлмаслиги керак, лекин бу реакция юқори температура ва сувсиз шароитда боради, чунки Al_2O_3 ҳосил бўлиши натижасида катта миқдорда иссиқлик ажралади, бу иссиқлик калий оксидини парчалашга имконият беради.

Келтирилган мисоллардан шундай хулоса чиқариш мумкин, электрокимёвий кучлинишлар қаторидан фойдаланишда кўриб чиқиладиган жараёнларга хос хусусиятларни эътиборга олиш керак. Энг асосийси — кучлинишлар қатори фақат сувдаги эритмаларга тааллуқли эканлигини ва металлларнинг сувли муҳитда борадиган оксидланиш-қайтарилиш реакцияларидаги кимёвий активлигини тавсифлаш воситаси эканлигини доимо эсда тутиш керак.

3.1. Баъзи оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг бориш механизми

Кимёвий реакцияларни ўрганишда фақат реакцияга киришувчи ва янги ҳосил бўлувчи моддаларнигина эмас, балки жараён қандай тарзда боришини билиш фойдалидир. Реакциянинг механизми реакция босқичларини ва уларда қандай моддалар иштирок этишини билишни талаб этади.

Жуда кўп олимлар (акад. Н. Н. Семенов, Н. М. Эмануэль) томонидан оксидланиш, полимерланиш, углеводородларнинг юқори температурада парчаланishi каби жараёнларда кўп кимёвий жараёнларнинг бориш ҳолатлари ва уларнинг мақсулотларнинг ҳосил бўлиш шарт-шароитлари, лекин радикалларнинг пайдо бўлиш йўллари илмий жиҳатдан асослаб берилган.

Кимёвий жараённинг бориш механизмини тушуниш учун аввало реакцияга киришадиган моддаларнинг молекуляр тузилишини ва реакция мобайнида қандай ўзгаришлар билиш керак. Бундан ташқари, атомлар ўртасида содир бўладиган кимёвий боғланишларнинг табиати ва реакция бораётган муҳитнинг таъсирини, реакциянинг бориш тартиб-тартиб босқичлари ва ташқи куч таъсирида

бўлаётган ҳар хил ўзгаришларнинг моҳиятини тушуниш
 ётмоқ керак. Кимёвий жараёнинг бориш йўллари
 тушуниб етгач, керакли маҳсулотни энг осон ва сано
 йўللар билан олиш усулларини топиш мумкин.

Кимёвий жараёнларнинг бориш қонуниятлари ва
 реакцияларнинг бориш механизми билан кимёвий
 кинетика шуғулланади. Кимёвий кинетика кўра
 диган мақсадлар орасида реакцияларнинг тезлигини
 ошириш ва унум даражасига салбий таъсир қилаётган
 қушимча реакцияларнинг тезлигини камайтириш, сам
 атнинг ишлаб чиқариш унумдорлигини ошириш, хом ш
 дан тўла ва тўғри фойдаланиш кам вақт ичида кўра
 маҳсулот ишлаб чиқариш каби имкониятларни ўз ич
 олади.

Шу билан бирга кимёвий кинетика реакцияларнинг
 тезлиги билан ҳам шуғулланади. Кимёвий реакциялар
 нинг тезлиги реакцияга киришувчи моддаларнинг таби
 атига, уларнинг концентрациясига, температурага, ката
 лизаторларининг иштирок этиш-этимаслигига ва бош
 бир қанча омилларга боғлиқдир.

Илмий жиҳатдан олганда эса кимёвий реакциялар
 нинг кинетикасини текшириш реакцияларнинг қанча
 йўللар билан боришини, яъни уларнинг механизмин
 ўрганишга ёрдам беради. Бу эса кимёвий реакциялар
 нинг ва уларнинг тезлигини бошқаришга имконият ту
 диради.

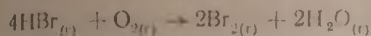
Кимёвий кинетикада қуйидаги илмий текшириш усу
 лари кенг қўлланилади: спектроскопик анализ, масс
 спектроскопия, радиоактив индикатор, электрон пара
 магнит резонанс усуллари жуда кенг қўлланилади.

Ҳозирги вақтда кимёгарлар реакцияга киришадиган
 моддаларнинг таркиби, тузилиши, реакция бораётган
 шароитга қараб, олдиндан қандай миқдорда модда са
 нишини билиш имкониятига эга бўлаолади.

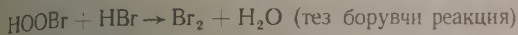
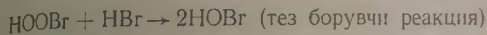
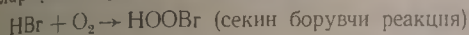
Амалда тез ёки секин борадиган реакциялар билан
 туқнашиш мумкин. Ҳар хил керакли маҳсулотлар
 тез, сифатли ва арзон йўллар билан олиш усулларини
 билиб олиш ва амалга ошириш учун олиmlар тилиши
 кинетик текширишлар, анализлар олиб борадилар.

Баъзи оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг
 риш механизмлари билан танишиб чиқайлик.

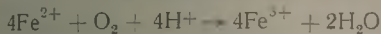
1. Газ ҳолатдаги водород бромид 400—600 С да
 ларли даражадаги тезлик билан кслород таъсир
 оксидланади:



Реакцияда бешта молекула қатнашади (тўрт молеску
 ла HBr ва бир молекула O₂), аммо бирданга бешта
 молекула туқнашиш эҳтимоллиги жуда ҳам кичик. Шу
 нинг учун бу реакция босқичма-босқич, яъни оралиқ маҳ
 сулотлар ҳосил бўлиши орқали боради:

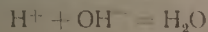
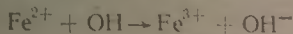
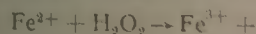
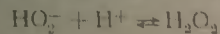
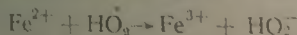
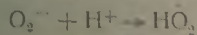
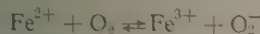


2. Темир (II) ионининг молекуляр кслород билан
 реакцияси кислотали шароитда қуйидаги кимёвий ре
 акция тенгламаси буйича боради:



Бу жараён бир босқичда содир бўла олмайди, чун
 ки, бирданга туққиқта заррача бир вақтда туқнашиш
 эҳтимоллиги жуда ҳам кичик. Ундан ташқари, 9 та
 заррачадан саккизтаси мусбат зарядли, улар бир-бири
 билан итаришини туқнашишга йўл қўймайди.

Ўтказилган тадқиқотларга асосланиб, бу реакция
 қуйидаги босқичлар асосида боришини тушуниш қийин
 эмас:

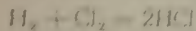


Бу реакция тенгламаларида HO· ва HO₂ лар оддий
 радикаллар бўлса, HO₂⁻ эса ион-радикалдир, O₂⁻ ва H₂O₂
 оралиқ моддалардир. Юқорида келтирилган мисоллар
 кимёвий жараён тенгламалари содда кўринишга эга бўлса
 ҳам кўпчилик реакциялар бир неча мураккаб босқичлар
 орқали содир бўладиган жараёнинг соддалаштирилган схе
 маси деб қаралиши керак.

4.9.7. Занжирли реакциялар

Занжирли реакциялар оксидланиш-қатқарили раёин турли моддаларни хлорлаш реакциялари олимерлаш, органик бирикмаларнинг парчаланиш бошқа ҳодисаларда иштирок этиши кўзатилади. Занжирли реакциялар назария ва амалда муҳим аҳамиятга эга. Улар газ ва суyoқ ҳолати моддалар орасида бир бўлади.

Занжирли реакцияларнинг икки хил тури бўлади: тармоқланмаган хиллари мисал учун, тармоқланган занжирли реакцияларга мисол тариқда хлор билан водород ўртасидаги реакцияни кўрсатиш мумкин:

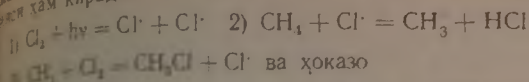


Бу реакция оддий шартда жуда секинлик билан боради, яъни қиздирилганда ёки кучли нур оқими таъсири ёки ёпиб турган магний пластинкаси шўъла таъсири ортиши билан жуда тез кетади. Бундай реакциянинг содир бўлиши механизмини қуйидагича изоҳлаш мумкин: ультрабинафша нурлар кванти хлор молекуласини эркин атом ёки радикал атомга ажратади (ошқанда бундай заррачаларни Cl ҳолида кўрсатилади). Сана ра хлор радикаллари молекуляр водород билан таънашиб, HCl ва водороднинг радикалини ҳосил қилади. Водород радикали ўз навбатида хлор молекуласи билан тўқнашиб, яна HCl ва битта хлор радикалини ҳосил қилади ва натижада хлор молекуласи билан водород молекуласи биригиб, хлор ёки водород тамом бўлгунча бу жараён давом этади. Бунини қуйидаги тенглама шартларида кўрсатиш қабул қилинган:

- 1) $Cl_2 + h\nu = Cl\cdot + Cl\cdot$ (занжирнинг бошланиш)
- 2) $Cl\cdot + H_2 = HCl + H\cdot$ (водород радикали).
- 3) $H\cdot + Cl_2 = HCl + Cl\cdot$ ва ҳоказо
- 4) $Cl\cdot + H\cdot = HCl$ 5) $Cl\cdot + Cl\cdot = Cl_2$
- 6) $H\cdot + H\cdot = H_2$

2 ва 3 — жараёнлар занжирли реакциянинг давом этади босқичлари ҳисобланади. 4—6 босқичларда радикаллар ўзаро тўқнашиб молекулаларни ҳосил қилиши реакцияларнинг ҳалокатига олиб келади ва шу сабабдан уларни «радикаллар ҳалокати босқичи» деб юрйтилади.

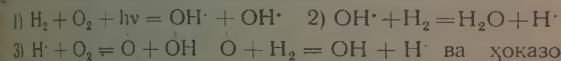
Бундай реакциялар турига метанни хлорлаш реакцияси ҳам киради:



Бу жараёнда занжир метаннинг радикали $CH_3\cdot$ — метил радикали ҳисобида давом этади (2,3 — босқичлар). Реакциянинг секинлашини ва тўхташи радикалларнинг молекула билан тўқнаш босқичи орқали амалга ошади.

Ушбу таъсирида турибдики, реакция бошлангач, реакция давом этади. Бундай реакциялар занжирли реакциялар дейилади.

Академик И. Н. Семёновнинг аниқлашича, занжирли реакциялар анча кенг тарқалган бўлиб, улар эркин радикаллар ва атом группалари — радикаллар ҳисобида таъсирида ҳамда уларнинг ўзаро таъсирлашиши билан боради. Занжирнинг тармоқланиш реакцияси ошганда системада актив марказлар сони ортади. Занжир бўғимларида ҳар қайси йўқолган битта марказнинг ўрнига бирдан кўп бўлган янги марказлар ҳосил бўлади, масалан, $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ реакциясида бундай жараёнлар содир бўлади:



Ушундан баён этилган оддий занжирли радикал жараёнига қараганда бунда асосий маҳсулотдан ташқари нур неча радикаллар ҳосил бўлади. Бу радикаллар ўзаро тармоқларини бошлаши бундай реакцияларнинг жуда тезликда амалга ошишининг сабабчиси бўлади.

4.9.8. Фотокиёмвий реакциялар

Электромагнит тўлқинларнинг кўзга кўринадиган, ультрабинафша ва инфрақизил нурлар соҳасидаги нур таъсирида борадиган кимёвий реакциялар фотокиёмвий реакциялар деб аталади.

Фотокиёмвий реакциялар моддаларнинг ҳамма агрегат ҳолатларида содир бўлиши мумкин. Бундай реакциялар жуда кенг тарқалган бўлиб, улардан бири — органик моддаларда қуёш нури таъсирида борадиган турли турли жараёнлари (углерод (IV) оксиддан глюкозага қадар)нинг $C_6H_{12}O_6$ ҳосил бўлиш реакцияси) дир. Фото-

кимёвий реакцияларни бизга маълум бўлганлар (қуёш нури таъсирида бўёқлар рангига ва бошқалар) да кузатиш мумкин. Улардан таъсир нур таъсирида ўтказиладиган синтезлар (фотосинтез), парчаланиш (H_2O_2 нинг диспропорцияланиши), оксидланиш, қайтариллиш ва бошқа реакциялар кимёвий реакциялар механизми бўйича амалга келилади.

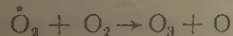
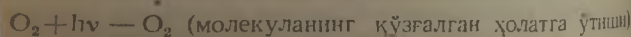
Бирор фотокимёвий реакциянинг бошланиши биринчи шарт нурнинг ютилишидир, яъни нур ютилган жойдаги реакция содир бўлиши мумкин. Ф. Х. Гротгус (1817 йил) фикрича, фақат реакциянинг ютган нурини кимёвий таъсир кўрсата олган Ютилган нур валент электронларини қўзғатиши мумкин. Кимёвий бирикмиш реакциясида актив ҳолатга келиши нур таъсирида молекуладаги валентлар узилди ва уларни атом ёки ионга айлантиради.

Электромагнит нурлар тулқин узунликлари 10^{-6} м ёки бунинг энергияси $1,9 \cdot 10^{-19}$ — $1,9 \cdot 10^{-18}$ Дж ($1,2$ — 12 эВ) бўлиб, бу энергия қиймати кимёвий реакцияга яқиндир. Масалан, углерод (II) оксидининг азот (IV) оксидига ўтишидаги ёруғлик нурининг узунлиги $0,1470$ м; H_2S нинг H_2 ва S га парчаланишидаги нурнинг тулқин узунлиги $0,2080$ м бўлиши керак.

Фотокимёвий реакциялардан энг асосийси ўсимликлардаги фотосинтез ҳодисаси ва қуёшнинг ультрафиолет нурлари ёрдамида кислотадан молекуласининг оқсидланган ҳолатга айланишидир. Шунингдек, муҳим аҳамиятга эга бўлган фотография ҳодисасида ҳам фотокимёвий жараён содир бўлади.

Ҳаммага маълумки, ёғоч ёки қоғоз ёнганда CO_2 ва H_2O ҳосил бўлади. Ўсимликларда аксинча, CO_2 ва H_2O қуёш нури таъсирида хлорофилл катализатори иштирокида ўсимлик баргларида органик бирикмалар (глюкоза, лактоза, манноза, сахароза, крахмал каби моддалар) ва соф кислород O_2 ҳосил қилиш жараёни амалга ошади.

Табиий фотокимёвий реакцияларнинг асосий кўринишларидан бири — бу атмосферанинг юқори қатламларида яшин таъсирида молекуляр кислороддан озоннинг ҳосил бўлиши реакциясидир:



Ҳосил бўлган озон қуёшнинг ультрафиолет радиация энергиясини (тулқин узунлиги $0,250$ — $0,260$ нм) қабул қилган одамлар учун хавfli касаллик — нурланиш касаллигини келиб чиқаришидан асрайди. Бунда ультрафиолет нурлар таъсирида озон парчаланаяди:



Фотокимёвий реакцияларнинг асосий қонуни Эйнштейннинг квант эквивалентлик қонунидир. Бу қонунга кўра ютилган ҳар бир фотон $Ph(h\nu)$ бир молекулага таъсир қилади, бошқача айтганда, нур таъсирида ютилган фотон реакцияга киришаётган ҳар бир молекула бир фотон энергияни ютади. Молекуланинг ўзгариши кимёвий ёки физик жараён бўлиши мумкин. Шундай қилиб, фотоннинг энергияси молекулага таъсир қилганда ютилган нур энергиясининг миқдори:

$$\text{квант унуми} = \frac{\text{ўзгаришига учраган молекулалар сони}}{\text{ютилган квантлар сони}}$$

Шундай қилиб, молекулаларга ютилидиган энергиянинг миқдори нур (электромагнит тебранишлар) тулқинининг узунлигига тескари пропорционалдир. Тулқин узунлиги кичик бўлган нурлар энергияси ва кимёвий таъсир қилиши катта бўлади.

4.9.9. Кимёвий эквивалент

Инглиз олими Ж. Дальтон (1766—1844) элементлар оғирлиги муайян миқдорлардаги бирика олади, деган фикр айтди ва бу миқдорларни «бирикувиш миқдорлар» деб атади. Аммо кейинроқ бу термин ўрнига эквивалент атамаси қабул қилинди.

Тажрибалар шунини кўрсатадики, элементлар бир-бири билан муайян оғирлик нисбатларида реакцияга киришади. Масалан, $1,008$ оғирлик қисм (оғ. қ.) водород билан 8 оғ. қ. кислород ёки $35,5$ оғ. қ. хлор, ёхуд 23 оғ. қ. натрий қолдиқсиз бирикади. Бу оғирлик миқдорлар ўзаро эквивалент (тенг қимматли) массалардир.

Элементнинг $1,008$ оғирлик қисм водород ёки 8 оғирлик қисм кислород билан бирикадиган ёки бирикмада уларнинг ўрнини оладиган миқдори шу элементнинг эквивалентидир дейилади. Хлорнинг эквиваленти $35,5$ у.б.га тенг, чунки $35,5$ оғ. қ. хлор $1,008$ оғ. қ. водород билан бирикади; алюминийнинг эквиваленти 9 у.б.га тенг, чунки 9 оғ. қ. алюминий кислотадан $1,008$

...дордн сиқиб чиқаради ёки 8 оғ...
 билан бирикади. Ж. Дальтон айтганидек: «Барча элементлар ўз эквивалентларига пропорционал ларда ўзаро бирикади ва алмашинади».

Жуда кўп элементлар кислород билан сувда водород билан кислород 1:8 нисбатда бирикади.

Бирор элементнинг эквиваленти унинг водород билан кислород билан ҳосил қилган бирикмаси тартибдали ёхуд водородга алмашиниши орқали ҳисобланади. Элементнинг эквивалентини водород билан кислород орқали аниқлаш шарт эмас, эквиваленти бирор элемент билан ҳосил қилган бирикмаси билан ҳам аниқлаш мумкин.

Эквивалент тушунчаси баъзи мураккаб молекулаларда ҳам тадбиқ этилади. Масалан, анализларда ушбу ҳисобларда, умуман, турли реакцияларда, ушбу кислоталар, тузлар, асосларнинг эквивалентларини соблашга тўғри келади.

Элементнинг эквиваленти (Э), атом массаси (А) ва атомнинг бирикмадаги стехиометрик валентлиги (В) билан шундай қўйидагича боғланиш мавжуд:

$$\text{Э} = \frac{A}{B}; \text{ Al}_2\text{O}_3 \text{ да, } \text{Э}_{\text{Al}} = \frac{27}{3} = 9;$$

$$\text{CaSO}_4 \text{ да } \text{Э}_{\text{Ca}} = \frac{40}{2} = 20;$$

$$\text{KCl} \text{ да, } \text{Э}_{\text{K}} = \frac{39}{1} = 39$$

Ион алмашилиш реакцияларида бир асосли негизнинг эквивалент массаси унинг моляр массасига тенг. Шунинг учун кислота моляр массаси унинг негизлигига (реакцияларда металлларнинг ионлари билан алмашинадиган водород ионларининг сонига) бўлинади. Масалан: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Э}_{(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 98/2 = 49$ г (моль-эквивалент)⁻¹.
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} = \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Э}_{(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 98/1 = 98$ г (моль-эквивалент)⁻¹.

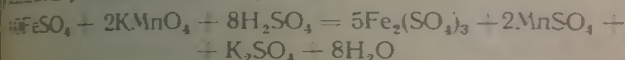
Асосларда эса унинг моляр массаси гидроксид ионларининг сонига бўлинади. Масалан: $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Э}_{(\text{Mg}(\text{OH})_2)} = 58/2 = 29$ г. (моль-эквивалент)⁻¹. Тузларнинг эквивалентини ҳисоблаш учун унинг молекуляр массалари металл атомларининг сонига

Агар туз таркибидаги металл атоми бир валентли бўлса, унда молекуляр массани металл валентлигининг сонига кўпайтиришдан ҳосил бўлган қийматга бўлиш керак, масалан:

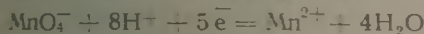
$$\text{Э}_{(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)} = \frac{342 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}}{3 \cdot 2} = 57 \text{ г} \cdot (\text{моль-эквивалент})^{-1}$$

Оксидланиш-қайтарилиш жараёнларида стехиометрик коэффициентларда оксидловчи ва қайтарувчиларнинг эквивалентларидан фойдаланилади. Оксидловчи ва қайтарувчиларнинг эквивалентларини топиш учун уларнинг моляр массасини оксидланиш ва қайтарилишда иштирок этган электронларининг сонига бўлинади.

Ушбу модда учун унинг оксидланиш-қайтарилиш реакциясидаги эквиваленти реакция шaroитига қараб ҳар қандай қийматга эга бўлиши мумкин. Масалан, оксидланиш-қайтарилиш реакцияси кислотали муҳитда олиб борилса, KMnO_4 таркибидаги оксидланиш даражаси бўлган марганец қайтарилиб Mn^{2+} катионини ҳосил қилади. Масалан, қайтарувчи сифатида FeSO_4 олиб оксидланиш сульфат кислотаси муҳитида олиб борилса, қайтарилиш реакцияси содир бўлади:



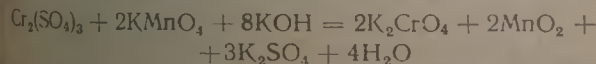
Бунда KMnO_4 молекуласи 5 та электрон бириктириб қайтарилади. Уни қуйидаги тенгламадан ҳам кўриш мумкин:



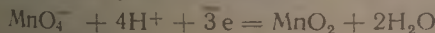
Шунинг учун, KMnO_4 нинг шу реакциядаги эквиваленти қуйидагича

$$\text{Э} = \frac{158,04}{5} = 31,6 \text{ г} \cdot (\text{моль-эквивалент})^{-1}$$

Агар оксидланиш ишқорий ёки нейтрал муҳитда олиб борилса, MnO_4^- аниони MnO_2 ҳолигача қайтарилди:



MnO_4^- иони учун жараён тенгламаси:



Шунинг учун, KMnO_4 нинг моль-эквиваленти кислотали муҳитдаги қайтарилиш реакциясида шундай бўлади:

$$\text{Э} = \frac{158,04}{3} = 52,68 \text{ г} \cdot (\text{моль-эквивалент})^{-1}$$

4.9.10. Машқлар

Қуйидаги саволларга жавоб беринг:

1. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари алмаштининг реакциялари ўртасидаги асосий фарқ нимада?

а) Оксидланиш ва қайтарилиш деб қандай таърифланади?

б) Оксидланиш-қайтарилиш жараёнида қандай ўзгаришлар содир бўлади?

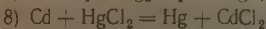
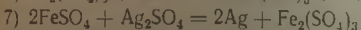
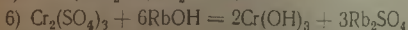
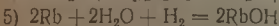
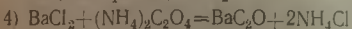
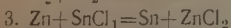
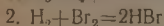
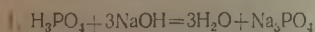
в) Атомнинг оксидланиш-қайтарилиш хоссаси унинг радиусининг катталиги қандай таъсир кўрсатади?

г) Атомнинг оксидланиш-қайтарилиш хоссаси унинг ионланиш потенциали қиймати қандай таъсир кўрсатади?

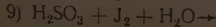
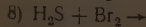
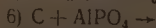
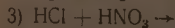
2. Даврий системадаги кучли оксидловчи ва қайтарувчи хоссасини намён қиладиган элементлар кўрсатинг.

3. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига таъсирнинг таъсири қандай?

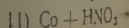
4. Қуйидаги реакцияларнинг қайсылари оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига кирди?



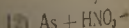
5*. Қуйидаги оксидланиш-қайтарилиш жараёни тенгламаларини охирига етказинг:



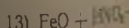
суял.



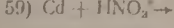
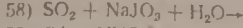
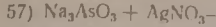
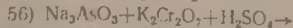
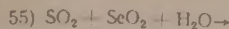
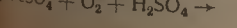
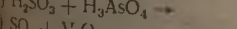
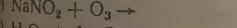
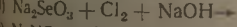
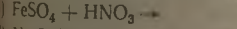
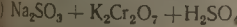
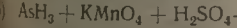
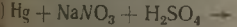
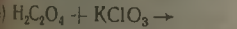
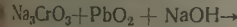
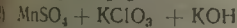
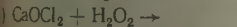
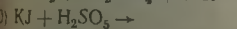
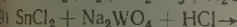
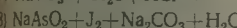
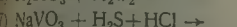
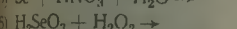
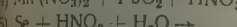
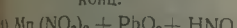
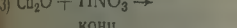
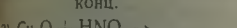
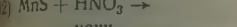
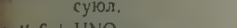
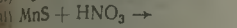
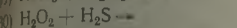
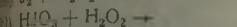
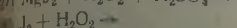
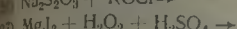
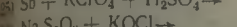
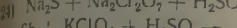
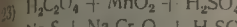
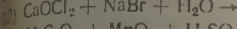
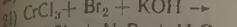
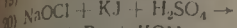
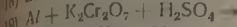
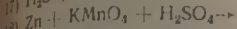
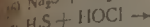
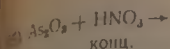
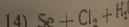
суял.



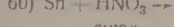
конц.



конц.



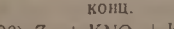
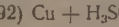
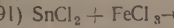
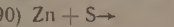
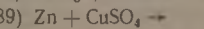
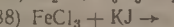
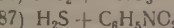
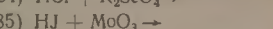
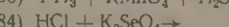
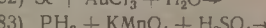
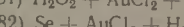
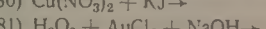
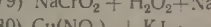
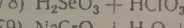
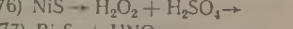
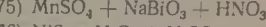
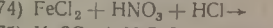
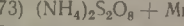
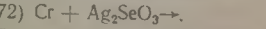
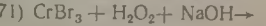
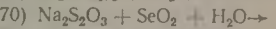
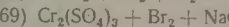
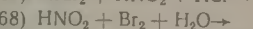
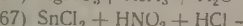
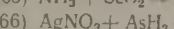
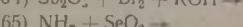
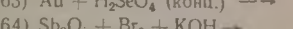
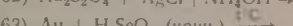
суял.



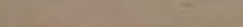
суял.



жула суял.



конц.



* Ёштин китоби одида — 7.2 қисма Серилган.

- 95) $\text{Br}_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 96) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow$
 97) $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
 98) $\text{NH}_4\text{OH} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 99) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow$
 100) $\text{CH}_3\text{OH} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 101) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow$
 102) $\text{Cu}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \rightarrow$
 103) $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
 104) $\text{PbS} + \text{O}_3 \rightarrow$
 105) $\text{NaJ} + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 106) $\text{PbO}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{HNO}_2 \rightarrow$
 107) $\text{KOH} + \text{ClO}_2 \rightarrow$
 108) $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow$
 109) $\text{Al} + \text{HNO}_3 \rightarrow$
 110) $\text{KMnO}_4 + \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 111) $\text{NaNO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow$
 112) $\text{FeSO}_4 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 113) $\text{KCl} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 114) $\text{HgCl}_2 + \text{SnCl}_2 \rightarrow$
 115) $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
 116) $\text{P} + \text{HNO}_3 \rightarrow$
 117) $\text{Pb} + \text{HNO}_3 \rightarrow$
 118) $\text{KNO}_3 + \text{KJ} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 119) $\text{AsH}_3 + \text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 120) $\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
6. Үз-ўзидан оксидланиш ва ўз-ўзидан қайтарилиш реакциялари тенгламаларини тугалланг:
- $\text{S} + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{J}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaOJ} + \text{NaJ}$
 - $\text{HClO}_3 + \text{HClO}_3 \rightarrow \text{ClO}_3 + \text{HClO}_4$
7. Икки молекуляр оксидланиш-қайтарилиш реакциялари тенгламаларига коэффициентлар танланг:
- $\text{CuJ}_2 \rightarrow \text{CuJ} + \text{J}_2$
 - $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{N}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{Au}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Au} + \text{O}_2$
8. Оксидловчи (ёки қайтарувчи) янги ҳосил бўлган моддаларни боғлаш

учун ҳам сарфланган кузатиладиган тенгламаларини ёзинг.

- $\text{HBr} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \text{KBr} + \text{MnBr}_2$
- $\text{HCl} + \text{CrO}_3 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{CrCl}_3$
- $\text{Cu}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

9. Қуйидаги оксидланиш-қайтарилиш реакциялари тенгламаларини молекуляр кўринишда ёзинг.

- $\text{J}^- + \text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{J}_2 + \text{Fe}^{2+}$
- $\text{Fe}^{2+} + \text{AuCl}_4^- \rightarrow \text{Au} + \text{Fe}^{3+} + \text{Cl}^-$
- $\text{AsO}_3^{3-} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{As}^{3+} + \text{S}^{0}$
- $\text{Sb}^{3+} + \text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Sb}^{5+} + \text{Mn}^{2+}$
- $\text{SO}_3^{2-} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{S}_2\text{O}_6^{2-}$
- $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$
- $\text{J}^- + \text{SbO}_3^- \rightarrow \text{Sb}^{3+} + \text{J}_2$
- $\text{VO}_3^- + \text{J}^- \rightarrow \text{V}^{4+} + \text{J}_2$
- $\text{Bi} + \text{NO}_3^- + \text{Bi}^{3+} + \text{NO}$
- $\text{Cl}^- + \text{Pb}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{Pb}^{2+}$
- $\text{NH}_3 \cdot \text{OH} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{Br}^- + \text{MnO}_2$
- $\text{AsH}_3 + \text{Au}^{3+} \rightarrow \text{AsO}_3^{3-} + \text{Au}^{0}$
- $\text{Cr}^{3+} + \text{BiO}_3^- \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{Bi}^{3+}$
- $\text{BrO}_3^- + \text{AsO}_3^{3-} \rightarrow \text{Br}^- + \text{AsO}_3^{3-}$
- $\text{HPO}_4^{2-} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{SO}_3^{2-} + \text{HPO}_4^-$
- $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Ce}^{4+} \rightarrow \text{O}_2 + \text{Ce}^{3+}$
- $\text{NO}_2^- + \text{ClO}_3^- \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{ClO}_2$
- $\text{SO}_3^{2-} + \text{SeO}_3^{2-} \rightarrow \text{Se} + \text{SO}_4^{2-}$
- $\text{SO}_3^{2-} + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag} + \text{SO}_4^{2-}$
- $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{ClO}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$
- $\text{J}_2 + \text{NO}_2^- \rightarrow \text{J}^- + \text{NO}_3^-$
- $\text{Fe}^{2+} + \text{ClO}^- \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Cl}^-$
- $\text{Zn} + \text{N}_2\text{O}^- \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{N}_2$

- $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7^- \rightarrow \text{J}_2 + \text{Sb}^{3+}$
- $\text{MnO}_4^- + \text{J}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2 + \text{J}^-$
- $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{Ti}^{3+} \rightarrow \text{Ti}^{4+} + \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$
- $\text{Zn} + \text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Mn}^{2+}$
- $\text{Fe}^{2+} + \text{PbO}_4 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Pb}^{2+}$
- $\text{Cl}^- + \text{Pb}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{Pb}^{2+}$
- $\text{ClO}_2 + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{PO}_4^{3-} + \text{Cu}^{2+}$
- $\text{CH}_3\text{O} + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag} + \text{CHO}_2^-$
- $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{J}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{J}^-$
- $\text{CO} + \text{JO}_3^- \rightarrow \text{J}_2 + \text{CO}_2$
- $\text{Cu}^{2+} + \text{NH}_2\text{OH} \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{Cu}^{+}$
- $\text{Al} + \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{AlO}_2^-$
- $\text{P} + \text{JO}_3^- \rightarrow \text{PO}_4^{3-} + \text{J}^-$
- $\text{P} + \text{JO}_3^- \rightarrow \text{HPO}_4^{2-} + \text{J}_2$
- $\text{NH}_4^+ + \text{BrO}_3^- \rightarrow \text{N}_2 + \text{Br}^-$
- $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- \rightarrow \text{N}_2$
- $\text{CrO}_2^- + \text{MnO}_4^- \rightarrow \text{CrO}_4^{2-} + \text{MnO}_2$
- $\text{FeCuS}_2 + \text{NO}_2^- \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} + \text{NO}$
- $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} + \text{O}_2$
- $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$
- $\text{Rh}^{3+} + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{Rh} + \text{CO}_2$
- $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow \text{CrO}_5$
- $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{CrO}_8^{4-}$
- $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{MnO}_4^- \rightarrow \text{O}_2 + \text{Mn}^{2+}$
- $\text{Cu}_2\text{S} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{NO}$

- $\text{FeAsS} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{AsO}_4^{3-} + \text{NO}$
- $\text{S}^{2-} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Zn} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{KMnO}_4 + \text{KJ} + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
- $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 =$
- $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{O}_2 =$
- $\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
- $\text{SnCl}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} =$
- $\text{C}_6\text{H}_{18} + \text{O}_2 =$
- $\text{Ag} + \text{NO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{JO}_3^- + \text{J}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{J}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Cu} + \text{NO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + \text{I}^-$
- $\text{SO}_3^{2-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{I}^- + \text{H}^+$
- $\text{Mn}^{2+} + \text{PbO}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{MnO}_4^- + \text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Cr}^{3+} + \text{ClO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{CrO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{SO}_3^{2-} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{MnO}_4^- + \text{Cl}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Mg} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{NH}_3\text{OH}$

5. ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ РЕАКЦИЯЛАРИНИНГ МИҚДОРИЙ ТАВСИФИ

5.1. МОДДАЛАР ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ ХОССАЛАРИНИНГ ЭЛЕКТРОД ПОТЕНЦИАЛИ БИЛАН БОҒЛИҚЛИГИ

Металлар сувга ёки ўз тузларининг эритмасига бо-
тирилганда қандай ҳодиса рўй беришини кўриб чиқа-
миз. Металлар нейтрал атомлардан, мусбат зарядли
ионлардан ва эркин электронлардан иборатдир. Агар
бирор металл пластинкаси сувга ботирилса, устки қа-
ватдаги ионларига сув молекулалари манфий қутбла-
ри билан таъсир этиб, металл ионларини эритмага ўти-
шини осонлаштиради. Натижада сувда металл ионла-
рининг гидратлари ҳосил бўлади. Моддаларнинг бун-
дай эриши, яъни уларни ион ҳолида эритмага ўтиши
электрохимёвий эриш дейилади. Металл пластинка
ионининг бир қисми камайганлиги учун уни

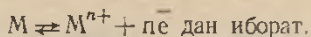


7-расм. Қўш электр қа-
батнинг ҳосил бўлиши.

кетган ионлар пластинкага тортилиб, қайтадан металл-
нинг кристалл панжарасига жойлашади, лекин бу икки
жараён орасида мувозанат вужудга келади:



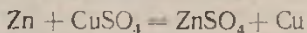
M — металл атоми, $M(H_2O)_m^{n+}$ — эритмадаги металлларнинг
гидратланган иони, n — ион заряди ёки металл атоми йўқот-
ган электронларнинг сони, \bar{e} — электрон.
Металлдаги ҳаракатдаги мувозанат схемаси:



Активлик қаторида водороддан олдин турган металлар ўз тузларининг эритмасига ботирилганда эритмага ион юборади, металл қанча актив бўлса, шунча кўп ионланади, пластинка манфий зарядли, потенциал ҳам манфий ишорали бўлади, аммо пассив металллар ўз тузлари эритмасига ботирилганда мусбат зарядланади, чунки пассив металллар эритмага ион юбора олмайди. Шу сабабли, Cu, Ag, Pt, Au потенциаллари мусбат ишорали бўлади.

Юқорида айтилганлар буйича гальваник элементларнинг ишлашини кўриб чиқамиз.

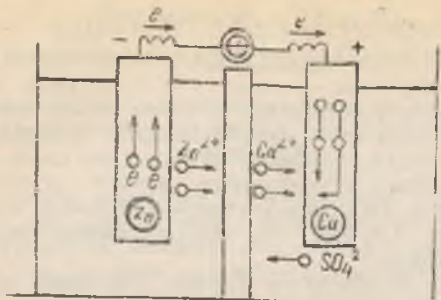
Оксидланиш-қайтарилш реакцияси битта идиш ичида олиб борилса, кимёвий реакция вақтида ҳосил бўладиган энергия иссиқлик энергиясига айланади, масалан,



Бу реакцияда электронлар рухдан мисга бевосита ўтади. Агар реакцияга киришадиган моддалар алоҳида-алоҳида идишларга солинса ва бу идишларни ташқи ўтказгич (сим) орқали туташтирилса, электронлар шу ташқи ўтказгич орқали ўта бошлайди. Бу ҳолда реакция вақтида ҳосил бўладиган кимёвий энергия электр энергияга айланади.

Кимёвий энергияни электр энергияга айлантириб берадиган асбобларга *гальваник элементлар* дейилади. Гальваник элементлар ва аккумуляторлар кимёвий электр энергиянинг манбаи бўлади. Оддий гальваник элементни яшаш учун актив ва пассив металллардан олиб, уларни ўзларининг тузлари эритмаларига тушириб, бир-бирларига уланса, ток ҳосил қилиш мумкин.

Масалан, мис — рух гальваник элементининг ишлаш фаолияти билан танишиб чиқайлик. Рух ва мис пластинкаларнинг иккаласи ҳам ўз тузи эритмасига, масалан, $ZnSO_4$ ва $CuSO_4$ эритмасига туширилади (8-расм). Рух ва мис пластинкалар гальваник элементнинг электродлари бўлади. Рух пластинка $ZnSO_4$ эритмасига туширилиши билан унинг устки қаватидаги ионлар эритмага ўтиб, Zn метали манфий, эритмада эса мусбат зарядланган қават ҳосил бўлади. Мис пластинка $CuSO_4$ га туширилганда мис мусбат, эритмада эса манфий за-

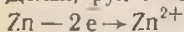


8- расм. Рух-мис гальваник элемент.

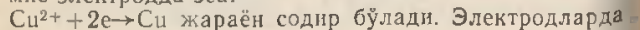
рядли қават ҳосил бўлади. Умуман, металллар тузларининг эритмасига туширилганда ҳосил буладиган потенциаллар фарқи жуда кичикдир. Эритманинг концентрацияси юқори бўлса, металлнинг эритмага ион юбориши, яъни электрод потенциали камаяди. Электрод потенциали металл катионининг валентлигига, концентрациясига ва температурага боғлиқдир.

$ZnSO_4$ эритмасига туширилган Zn пластинкаси билан $CuSO_4$ эритмасига туширилган Cu пластинкаси ёнма-ён қуйилиб, Zn ва Cu пластинкалар сим билан туташтирилса, унда электр токи пайдо бўлади. Мис ва рух электродларнинг потенциал қийматлари турлича бўлганлиги, яъни эркин электронлар рух электродда мис электроддагидан кўп бўлганлиги учун бу икки электроднинг потенциаллари бараварлашишга интилади. Шу сабабли, электронлар сим орқали рух электроддан мис электродга ўтади. Шундай қилиб, электр токи ҳосил бўлади. Бунинг натижасида қуш электр қавати, яъни рух билан $ZnSO_4$ ва мис билан $CuSO_4$ уртасидаги мувозанат бузилиб туради. Бузилган мувозанатни тиклаш учун Zn пластинкадан Zn^{2+} ионлар узлуксиз равишда эритмага ўтиб туради, яъни рух пластинка эриб боради, $CuSO_4$ таркибидаги мис ионлар эса қайтарилиб, мис пластинка устини қоплаб боради.

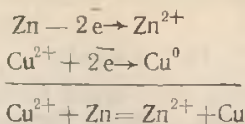
Демак, рух электродда:



мис электродда эса:



бораётган жараёнларнинг йиғиндиси гальваник элементда бораётган умумий реакцияни акс эттиради:

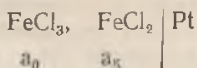


Демак, бундай гальваник элементда Zn оксидланиб Cu^{2+} қайтарилади. Бу оксидланиш-қайтарилиш реакциясининг кимёвий энергияси тўғридан-тўғри электр энергиясига айланади. Демак, оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари электрод билан эритма чегарасида электроддан эритмага ёки эритмадан электродга электрон ўтиши натижасида ҳосил булар экан.

5.2. ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ ПОТЕНЦИАЛЛАРИ

Бир металлнинг ҳар хил валентли тузлари эритмаси аралашмасига, умуман оксидловчи ва қайтарувчи моддаларнинг эритмалари аралашмасига платина сингари бетараф металл туширилса оксидланиш-қайтарилиш (редокс) потенциаллари ҳосил бўлади: бундай электродлар оксидланиш-қайтарилиш электродлари деб аталади.

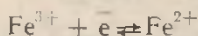
Масалан, FeCl_3 ва FeCl_2 эритмалари аралашмасига платина туширилган бўлсин. Одатда электродлар қуйидагича ёзилади:



Вертикал чизиқ—«|» фазалар чегарасини англатади. Бу чизиқнинг бир томонига эритмага туширилган модда (металл), иккинчи томонига эса эритманинг таркиби ёзилади. Эритмаларнинг концентрациялари ҳар қайси эритманинг формуласи тагига (ё олдига, ёки кетига) ёзиб қўйилади. Юқоридаги мисолда a_0 — оксидловчи FeCl_3 нинг, a_k — қайтарувчи FeCl_2 нинг активлиги (концентрацияси). Электр токини вужудга келтирувчи система ва шу жумладан, гальваник элементлар — электр занжири ёки электрокимёвий занжир деб аталади.

Бундай оксидланиш-қайтарилиш хусусиятига эга бўлган электрод бошқа бир электрод билан бирлаш-

тирилганда ҳосил бўлган элементда қайтар хусусиятга эга бўлган оксидланиш-қайтарилиш жараёни содир бўлади:



Реакциянинг бориши учун керак бўладиган электронни эритмага туширилган платина беради. Масалан, Fe^{3+} ионга электрон платинадан ўтади. Натижада платинанинг ўзи мусбат зарядланади. Мусбат зарядли платина эритмадаги манфий ионларни ўзига тортади. Натижада қўш электр қават ҳосил бўлади.

Шундай қилиб, платина билан эритма чегарасида потенциаллар айирмаси вужудга келади. Бу ҳол $\text{Pt} | \text{FeCl}_3, \text{FeCl}_2$ электроди айни электродга нисбатан манфийроқ потенциалга эга бўлган электрод билан бирлаштирилганда юз беради.

Акс ҳолда жараён ўнгдан чапга боради, эритмада бораётган жараёнда электрон ажралиб чиқади, бу электрон Fe^{2+} дан платинага ўтиб, уни манфий зарядлайди. Манфий зарядланган платина эритмадан мусбат ионларни тортиб, электр қўш қават ҳосил қилади. Оксидланиш-қайтарилиш электродларининг бошқа электродлардан фарқи шундаки, бунда электрод потенциалли вужудга келтиришда тушурилган металл жараёнда бевосита иштирок этмайди, бошқа электродларда эса улар потенциал ҳосил қилиш жараёнида бевосита (ўз иони билан) иштирок этади.

Оксидланиш-қайтарилиш потенциалининг қиймати, яъни электроднинг мусбат ёки манфий зарядланиш даражаси электроддан олинган ёки берилган электронларнинг сонига боғлиқ. Бу эса ўз навбатида, оксидловчи модда билан қайтарувчи модда активлигининг нисбатига пропорционалдир.

Оксидланиш-қайтарилиш потенциаллар жуфти фақат қайтарувчи ёки оксидловчининг табиатигагина эмас, балки уларнинг концентрацияларига ҳам боғлиқ. Масалан, оксидланиш-қайтарилиш жуфт $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ да Fe^{2+} ионларининг активлиги қанча юқори бўлса уларнинг концентрацияси ҳам эритмада шунча кўп бўлади. $\text{Fe}^{3+} | \text{Fe}^{2+}$ жуфтда ионлар активлигининг бир-бирига бўлган нисбати қанча ошса, уларнинг потенциал қиймати ҳам шунча ошади.

Оксидланиш-қайтарилиш потенциали (E) оксидловчи ва қайтарувчиларнинг концентрацияларининг бир-

бирига бўлган нисбатларига ва температурага боғлиқлиги қуйида келтирилган Нернст тенгламаси бўйича ҳисоблаб чиқарилади:

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{C_{\text{оксид}}}{C_{\text{қайт.}}} \quad (1)$$

E — мазкур жуптнинг оксидланиш-қайтарилиш потенциали, Вольтларда; $C_{\text{оксид}}$ — оксидланган заррача концентрацияси; $C_{\text{қайт.}}$ — қайтарилган заррача концентрацияси; R — универсал газ доимийлиги ($8,314 \text{ Ж} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$), T — абсолют ўлчамдаги температура ($273 + t^\circ\text{C}$), F — Фарадей соми, $96491,4 \pm 1,1$ Кулон, яхлитланганда 96500 Кулон, n — қайтарилган ёки оксидланган заррачаларнинг бир-бирига ўтишида қатнашган электрон соми; E^0 — нормал ёки стандарт потенциал. Агар $C_{\text{оксид}} = C_{\text{қайт.}}$ бўлса, $\ln \frac{C_{\text{оксид}}}{C_{\text{қайт.}}} = 0$ (2)

бўлади ва юқоридаги

$$E = E^0$$

Формула (1) га константанинг сон қийматлари қўйилса ва натурал логарифмдан ўнли логарифмга ўтилса 18°C да қуйидаги формула келиб чиқади:

$$E = E^0 + \frac{0,59}{n} \lg \frac{C_{\text{оксид}}}{C_{\text{қайт.}}}$$

$T = 298 \text{ K}$ ($t = 25^\circ\text{C}$) тенглама қуйидаги ҳолга келади:

$$E = E_0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{C_{\text{оксид}}}{C_{\text{қайт.}}}$$

Агар бу тенгламада оксидланган ҳолдаги заррача концентрацияси қайтарилган заррача концентрациясидан катта бўлса, унда потенциал E нормал потенциалдан катта ($E > E^0$) бўлади.

$C_{\text{оксид}}/C_{\text{қайт.}}$ яъни оксидловчи концентрациясининг қайтарувчи концентрациясига бўлган нисбати қанча оширилса, потенциал E шунча ошади, аксинча, эритмада $C_{\text{оксид}} < C_{\text{қайт.}}$ бўлса, унда $E < E^0$ бўлади.

$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ нинг нормал оксидланиш потенциал $= 0,771 \text{ В}$.

Агар Fe^{2+} концентрацияси, Fe^{3+} концентрациясидан, 10 баравар оширилса, унда $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ потенциали қуйидаги қийматга эга бўлади:

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{\text{Fe}^{3+}}{\text{Fe}^{2+}} = 0,771 +$$

$$+ 0,059 \lg 0,1 = 0,771 + 0,059 \lg 0,1 = 0,771 - 0,059 =$$

$$= 0,712 \text{ В.}$$

Масалан, агар Fe^{2+} нинг концентрацияси Fe^{3+} концентрациясидан 100 марта оширилса, унда потенциал 0,653 В га, Fe^{2+} концентрацияси 1000 марта оширилса, потенциал 0,594 В га; Fe^{2+} концентрацияси 10000 марта оширилса, потенциал 0,535 В бўлади.

Оксидланиш-қайтарилиш потенциалининг қиймати ёки миқдори фақат оксидловчи ва қайтарувчининг концентрациясигагина эмас, эритмадаги водород ионларининг концентрациясига $[\text{H}^+]$ ҳам боғлиқдир. Водород ионларининг концентрациялари оширилса, таркибида водород сақлаган қуйидаги оксидланган ҳолдаги заррачалар (масалан MnO_4^- , CrO_4^{2-} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, AsO_4^{3-} ва б.) ларнинг оксидланиш қайтарилиш потенциал қийматларини оширади, аксинча, водород ионлари концентрацияларини камайтириш эса потенциал қийматни пасайтиради.

6-иловага қараганда кучли кислотали муҳитда кислороднинг оксидлаш потенциали қиймати +1,228 В, кучсиз кислотали муҳитда +0,682 В, ишқорий муҳитда эса +0,401 В га тенгдир. Таркибида кислород сақлаган жуда кўп оксидловчиларнинг қайтарилиш жараёни водород ионларининг қатнашиши билан боради. Шунинг учун ҳам, 6-иловадаги марганецнинг қайтарилиши «оксидловчи» устунида $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+$ кўринишида, «қайтарувчи» устунида $\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ тенгламаси келтирилган.

$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ реакцияси учун оксидланиш потенциали қиймати:

$$E = E^0 + \frac{0,059}{5} \lg \frac{[\text{MnO}_4^-] [\text{H}^+]^8}{[\text{Mn}^{2+}] [\text{H}_2\text{O}]^4} \text{ бўлади.}$$

Реакция жараёнида H_2O нинг концентрацияси ўзгармайди, шунинг учун тенглама қуйидаги ҳолга келади:

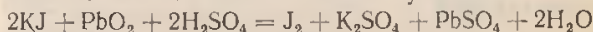
$$E = E^0 + \frac{0,059}{5} \lg \frac{[\text{MnO}_4^-] [\text{H}^+]^8}{[\text{Mn}^{2+}]};$$

Оксидланиш-қайтарилиш потенциалининг қиймати ни билган ҳолда жараённинг қайси томонга қараб боришини ҳам олдиндан айтиш мумкин. Маълумки, гальв

ваник элементлар иккала электрод ўртасидаги потенциаллар айирмаси мусбат қийматга эга бўлганда ишлай бошлайди. Электр юритувчи куч (ЭЮК) нинг қиймати мусбат ёки иккала электрод ўртасидаги потенциаллар айирмасининг қиймати мусбат бўлсагина, оксидланиш-қайтарилиш реакциялари маълум бир томонга қараб йўналиш олади. Буни қуйидаги бир неча мисолларда кўриб чиқамиз.

1-мисол. Кислотали муҳитда моддаларнинг концентрациялари $1 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ бўлса, PbO_2 билан KI эритмалари ўртасида оксидланиш-қайтарилиш реакцияси борадими?

Ечиш: Реакция тенгламасини тузамиз:



Бу реакция учун элемент схемаси:

$2\text{J}^- | \text{J}_2 || \text{Pb}^{+4} \text{O}_2 | \text{Pb}^{+2}$. 6-иловадан: оксидланиш-қайтарилиш потенциал қийматларини топамиз:

$2\text{J}^- | \text{J}_2$ учун $E^0 = +0,53 \text{ В}$, $\text{PbO}_2 | \text{Pb}^{2+}$ учун $E^0 = +1,68 \text{ В}$.

Иккинчисининг потенциали юқори бўлганлиги учун PbO_2 оксидловчининг роли катта.

Шунинг учун, $\text{ЭЮК} = 1,68 - 0,53 = 1,15 \text{ В}$.

Реакция боради, чунки ЭЮК нинг қиймати мусбатдир.

2-мисол. Суюлтирилган сульфат кислотада металл ҳолидаги кумуш эрийдими?

Ечиш. Ҷуфтларнинг потенциал қийматларини топамиз:

$\text{Ag} | \text{Ag}^+$ учун $E^0 = +0,799 \text{ В}$, $\text{H}_2 | 2\text{H}^+$ учун $E^0 = 0,00$; шунингдек электр юритувчи кучни топамиз.

$\text{ЭЮК} = 0,00 - 0,799 = -0,799 \text{ В}$. Демак, металл ҳолдаги кумуш суюлтирилган сульфат кислотада эримас экан, чунки ЭЮК қиймати манфийдир.

3-мисол. Рух пластинкаси $0,01 \text{ М}$ ZnSO_4 эритмасига туширилган. Рухнинг электрод потенциалини топинг.

Ечиш. Металл ботирилган эритманинг концентрацияси 1 М дан катта ёки кичик бўлса, металлнинг электрод потенциали (E) Нернст формуласи бўйича топилади:

$$E = E_0 + \frac{0,059}{n} \lg C \text{ бунда } C = 0,01 \text{ М ёки } C = 10^{-2} \text{ М}.$$

6-иловадан рухнинг нормал электрод потенциали (E^0) ни топамиз: $u = -0,76 \text{ В}$ га тенг.

Формулага тегишли қийматларни қўйсак;

$$E = -0,76 + \frac{0,058}{2} \lg 10^{-2} = 0,76 + 0,029 \cdot (-2)$$

бундан

$$E = -0,76 + (-0,058) = -0,818 \text{ В келиб чиқади.}$$

4- мисол.

Қуйидаги схема бўйича ифодаланган гальваник элементнинг ЭЮК ни ҳисобланг: $(-) \text{Ni} | \text{Ni}^{2+} (0,01 \text{ M}) || \text{Ag}^+ (2 \text{ M}) | \text{Ag} (+)$.

Е чиш: Нернст формуласидан фодаланиб берилган концентрацияли эритмаларга тўғри келадиган никель ва кумушнинг электрод потенциалларини толамиз: Никель электроди учун

$$E = -0,25 + \frac{0,058}{2} \lg 10^{-2} = 0,308 \text{ В.}$$

Кумуш электроди учун $E = 0,80 + 0,058 \lg 2 = +0,817 \text{ В}$;
 ЭЮК $= 0,817 - (-0,308) = 1,125 \text{ В}$.

5.3. ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ ЖАРАЕНИНИНГ МУВОЗАНАТ КОНСТАНТАСИ

Қўп ҳолларда фақат оксидланиш-қайтарилиш жараёнининг йўналишининггина эмас, балки унинг тўлиқ бориш-бормаслигини ҳам билиш керак бўлади. Масалан, кимёгар миқдорий анализда одатда реакциянинг 100% охиригача боришига таянади ёки шунга интилади.

Реакциянинг доим чапдан ўнгга кетиши мувозанат константасининг қийматига қараб аниқланади:

$\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$ ёки $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$ реакциясида массалар сақланиш қонунига асосан;

$$K = \frac{C_{\text{Zn}^{2+}}}{C_{\text{Cu}^{2+}}}$$

K — мувозанат константаси, у мис ва рух ионлари концентрацияларининг бир-бирига бўлган нисбатларини кўрсатади. Кимёвий мувозанат константаси қуйидагича Нернст формуласи асосида аниқланади.

Zn/Zn^{2+} ва Cu/Cu^{2+} жуфти учун потенциаллар қийматларини Нерст формуласига қўямиз:

$$E_{\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}}^0 = -0,76 + \frac{0,059}{2} \lg C_{\text{Zn}^{2+}}$$

$$E_{\text{Cu/Cu}^{2+}}^0 = +0,34 + \frac{0,059}{2} - \lg C_{\text{Cu}^{2+}}$$

Кимёвий мувозанат содир бўлганда:

$$E_{\text{Zn/Zn}^{2+}}^0 = E_{\text{Cu/Cu}^{2+}}^0 - 0,076 + \frac{0,059}{2} \lg C_{\text{Zn}^{2+}} =$$

$$= +0,34 + \frac{0,059}{2}$$

$$\lg C_{\text{Cu}^{2+}} \text{ бундан } \frac{0,059}{2} \lg C_{\text{Zn}^{2+}} - \frac{0,059}{2} \lg C_{\text{Cu}^{2+}} =$$

$$= 0,34 - (-0,76);$$

$$\frac{0,059}{2} (\lg C_{\text{Zn}^{2+}} - \lg C_{\text{Cu}^{2+}}) = 0,34 - (-0,76) = 1,10\text{В}$$

$$\lg K = \lg \frac{C_{\text{Zn}^{2+}}}{C_{\text{Cu}^{2+}}} = \frac{0,34 - (-0,76) \cdot 2}{0,059} =$$

$$= \frac{2,2}{0,059} = 37,28 \approx 37,3 \text{ ёки}$$

$$K = \frac{C_{\text{Zn}^{2+}}}{C_{\text{Cu}^{2+}}} = 10^{37,3}$$

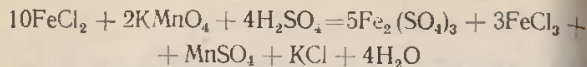
Мувозанат константасининг қиймати эритмада мис иони рух ионининг концентрациясидан 10^{37} марта кичик бўлиб қолгунга қадар жараён давом этишини кўрсатади, яъни хулоса қилиб айтганда, тенгламаси юқорида келтирилган реакция охирига қадар боради. Агар оксидловчи ва қайтарувчиларнинг оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари аниқ бўлса, мувозанат константаси қийматини ҳар қандай оксидланиш-қайтарилиш реакциялари учун ҳисоблаб чиқариш мумкин. Мувозанат константаси оксидланиш-қайтарилиш потенциали билан қуйидагича боғланган:

$$\lg K = \frac{(E_1^0 - E_2^0)}{0,059}$$

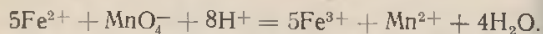
K — мувозанат константаси, E_1^0 ва E_2^0 — оксидловчи ва қайтарувчиларнинг стандарт потенциал қийматларидир, n — оксидловчиларнинг қабул қилган ёки қайтарувчилар томонидан чиқарилган электронлар сони.

Мувозанат константасини билган ҳолда реакциянинг охиригача бориш-бормаслигини билиш мумкин:

Қуйидаги реакциянинг мувозанат константасини ҳисоблайлик:



ёки ионли кўринишда:



Жуфтлар потенциаллари $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ | \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} = 1,51 \text{ В}$ ва $\text{Fe}^{2+} | \text{Fe}^{3+} = 0,77 \text{ В}$ га тенглигини б-иловадани оламиз.

Бу рақамларни потенциаллар қиймати тенгламасига қўйсак:

$$\lg K = \frac{|E_0 - E_k| \cdot n}{0,059} = \frac{(1,51 - 0,77) \cdot 5}{0,059} = \frac{3,7}{0,059} = 62,7$$

Бундан:

$$\lg K = \frac{C_{\text{Mn}^{2+}} \cdot C_{\text{Fe}^{3+}}^5}{C_{\text{MnO}_4^-} \cdot C_{\text{Fe}^{2+}}^5 \cdot C_{\text{H}^+}^8} = 10^{62,7} \text{ бўлади.}$$

Бундан, реакцияга қатнашаётган ионлар концентрациясидан (махражда) реакция натижасида ҳосил бўлган ионлар концентрацияси $10^{63,75}$ марта юқори бўлганда, кимёвий мувозанат қарор топади. Демак, бу реакция амалда 10% чапдан ўнгга томон боради.

Кимёвий мувозанат константасини аниқлаймиз.



Реакциядан кўриниб турибдики, темир CuSO_4 таркибидан мисни тулиқ сиқиб чиқара олади.

$$K = \frac{[\text{Fe}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$$

Жуфтлар потенциаллари қиймати:

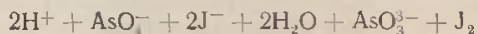
$\text{Cu} | \text{Cu}^{2+}$ учун $E^0 = \sim 0,34 \text{ В}$ ва $\text{Fe} | \text{Fe}^{2+}$ учун $E^0 = -0,44 \text{ В}$.

Қайтарувчилардан оксидловчиға ўтган электронлар сони $n=2$. Кимёвий мувозанат константаси тенгламасига юқоридаги сонлар қийматларини б-иловадан топамиз:

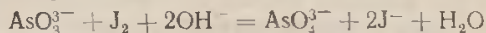
$$\lg K = \frac{|0,34 - [-0,44]| \cdot 2}{0,059} = 26,4 \text{ ёки } K = 10^{26,4}$$

Эритмада Fe^{2+} иони концентрацияси Cu^{2+} иониникига қараганда $10^{26,4}$ марта кўп бўлгандагина реакцияда мувозанат қарор топади.

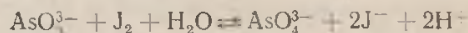
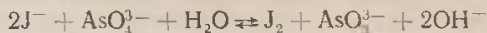
Константанинг катталигига, асосан, реакция бораётган муҳит катта таъсир кўрсатади. Масалан, кислотали муҳитда арсенат кислотанинг йод ионлари ёрдамида қайтарилиш реакциясини кўриб чиқайлик.



Ишқорий муҳитда арсенат кислотанинг қайтарилиш потенциали анча паст. Шунинг учун ҳам ишқорий муҳитда қайтар жараён ҳам бўлади:



Нейтрал муҳитда (H_2O) иккала жараённи қуйидаги ҳолда кўриш мумкин:

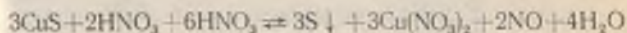


Аммо бу жараёнлар содир бўлмайди. Биринчи тенглама бўйича реакция бормайди, чунки эритмада OH^- ионлари концентрацияси ошиб кетади. Бу жараённи тескари томонга кетишга йўллайди, фақат кислотали муҳит ҳосил қилиш реакцияни чапдан ўнгга кетишга олиб келади. Шунингдек, иккинчи тенглама бўйича ҳам реакция бормайди, чунки эритмада H^+ ионлари концентрацияси ошиб кетади, бу реакция ишқорий муҳитда чапдан ўнгга томон йўналиши мумкин.

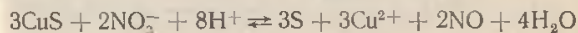
Демак, хулоса қилиб айтганда жараённинг содир бўлиши учун маълум реакция муҳитни яратиш керак.

Шунинг учун кислотали ёки ишқорий муҳитни талаб қиладиган компонентларни танлаш керак. Агар оксидланиш-қайтарилиш жараёнида бир модда (қайтарувчи) кислотали муҳитга, иккинчи модда (оксидловчи) ишқорий муҳитга эга бўлса, бундай ҳолатда жараён охиригача бормайди. Шунинг учун реакциянинг охирига қадар бориши учун маълум шароитни туғдирмоқ зарур.

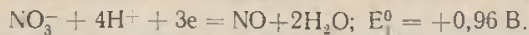
CuS ни HNO_3 да эриш реакцияси бўйича мувозанат константасини топамиз:



ёки



6-иловадан жуфтлар учун оксидланиш-қайтариллиш потенциалларининг қийматларини топамиз:



E_2^0 — реакцияси учун оксидланиш-қайтариллиш потенциалини ҳисоблаймиз:



$$E_0^2 = E_{\text{S}^{-2}/\text{S}}^0 + \frac{0,059}{2} \lg \frac{1}{[\text{S}^{-2}]}, \quad E_{\text{S}^{-2}}^0 \approx -0,51 \text{ В.}$$

$[\text{Cu}^{2+}] = 1 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ бўлса, S^{-2} ионлари концентрацияси мис метали чуқмаси устида:

$$[\text{S}^{-2}] = \frac{\text{ЭК}_{\text{CuS}}}{\text{Cu}^{2+}} = \text{ЭК}_{\text{CuS}} = 3,2 \cdot 10^{-37,3}.$$

Агар бу қийматларни қайтарувчининг потенциал қийматини топиш тенгласига қўйсақ,

$$E_2^0 = -0,51 + \frac{0,059}{2} \lg \frac{1}{3,2 \cdot 10^{-37,3}} = +0,60 \text{ В.}$$

CuS ва HNO_3 ўртасидаги тенгламадан кўриниб турибдики, қайтарувчи CuS томонидан чиқарилган ва оксидловчи HNO_3 томонидан бириктирилган умумий электронларнинг сони 6 га тенг.

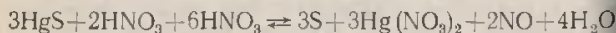
Мувоzanат константаси қийматини топамиз:

$$\lg K = \frac{|E_1^0 - E_2^0| \cdot n}{0,059} = \frac{(0,96 - 0,60) \cdot 6}{0,059} = +36,6$$

Демак, $K = 10^{33,6}$ тенг.

Константа қийматига кўра кимёвий мувоzanат тўлиқ даражада чапдан ўнгга томон силжиган.

Қуйидаги реакция учун:



мувоzanат константасини ҳисоблайлик. Оксидловчи учун 6-иловадан $E_1^0 = -0,96 \text{ В}$ бизга маълум, қайтарувчининг E_2^0 ни топиш учун юқорида бажарилган амалларни қайтарамиз: $E_{\text{S}^{-2}/\text{S}^0}^0 = -0,51 \text{ В}$ эди. Унда:

$$[\text{S}^{-2}] = \frac{\text{ЭК}(\text{HgS})}{[\text{Hg}^{2+}]} = \text{ЭК}(\text{HgS}) = 1,6 \cdot 10^{-52} \quad (4\text{-илова}).$$

$$E_2^0 = -0,51 + \frac{0,059}{2} \lg \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-52}} = -0,51 -$$

$$-0,0295 \lg 6,25 = -0,51 - 1,5 = 1,02 \text{ В.}$$

$$\lg K = \frac{(0,96 \times 1,02) \cdot 6}{0,059} = -6,1 \quad \text{ва} \quad K = 10^{-6,1} \quad \text{бўлади. Де-}$$

мак, HgS суюлтирилган нитрат кислотада эрймайди. Мувоzanат ўнгдан чап томонга йўналган.

5.4. Оксидланиш-қайтариллиш потенциаллари жадвалидан фойдаланиш

Потенциаллар қиймати (6-илова) 25°C (стандарт шароит) учун берилган. Температура ўзгариши билан потенциаллар қиймати жуда кам ўзгаради, шу сабабли бу иловадан оддий шароитда реакцияларнинг йўналишини аниқлаш учун фойдаланиш мумкин. Келтирилган қийматлар гальваник занжирда эритмадаги моддалар концентрациялари $1 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ бўлган вазиятлар учун келтирилган.

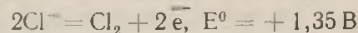
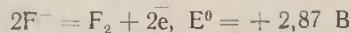
Жадвалдан фойдаланишда қуйидаги ҳолларни эсда тутмоқ лозим:

1. Оксидланувчи модданинг концентрацияси оширилса реакциянинг ЭЮК ортади ва аксинча.

2. Li^+ ва Ca^{2+} ионларининг электрод потенциаллари Na^+ никдан манфийроқ бўлишининг сабабини шу ионларнинг ионланиш потенциаллари асосида тушунтириб бўлмайди ($I_{\text{Na}^+} = 5,09 \text{ эВ}$, $I_{\text{Li}^+} = 5,39 \text{ эВ}$, $I_{\text{Ca}^{2+}} = 11,87 \text{ эВ}$). Бу ионларнинг радиуслар $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{Ca}^{2+}$ қаторида ортиб бориши, ёки ионларнинг заряд зичликларининг ўзгариши ($\rho_{\text{Li}^+} = 147 \text{ нм}^{-1}$, $\rho_{\text{Na}^+} = 10,87 \text{ нм}^{-1}$ ва $\rho_{\text{Ca}^{2+}} = 19,23 \text{ нм}^{-1}$) ҳам потенциаллар қиймати қаторини тушунтирмайди.

Литий ва кальций ионларининг гидратланиш энтальпиялари ($\Delta H = -7531,37 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$ ва $\Delta H = -1615,02 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$) натрий иониники ($-422,58 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$) дан катта бўлиши бу элементлардан оксидланиш-қайтариллиш реакцияларидаги қутилмаган активлигини тушунтириш имконини беради.

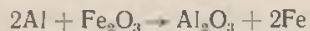
Яна бошқа бир вазият — хлорга қараганда фторнинг оксидланиш-қайтариллиш потенциали жуда ҳам катта бўлиши:



Ўзга ташланади. Лекин бу ионларнинг электронга мо-

йиллиги иккаласида ҳам қарийб бир хил, аммо уларнинг гидратланиш энталпиялари (фтор учун 575,9 кЖ·моль⁻¹) хлор учун эса 406,1 кЖ·моль⁻¹) фарқи фторнинг активлиги катта бўлишини асослайди. Фторнинг диссоциланиш иссиқлиги 153,2 кЖ·моль⁻¹ бўлса, хлорники 239,4 кЖ·моль⁻¹ га тенг.

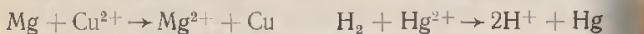
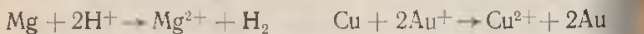
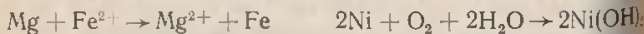
6-иловада келтирилган оксидланиш-қайтарилш потенциаллари 25°C да фақат суви эритмаларнинг реакцияларига тааллуқлидир. Масалан, юқори температурада қаттиқ моддаларда:



гидратланиш иссиқлиги эмас, балки қаттиқ моддаларнинг кристалл панжараларини емирш учун сарфланган кристалл панжара энергияси ва шунингдек диссоциланиш энергияси асосий омиллар ҳисобланади.

6-иловадаги тенгламанинг чап томонида жойлашган моддаларнинг оксидланиш даражаси, символлари тенгламанинг ўнг томонида жойлашган моддаларнинг оксидланиш даражаларидан анча паст бўлади. Шунинг учун ҳам тенгламанинг чап томонида жойлашган атомлар, молекулалар ва ионлар қайтарувчилик хоссасига эга бўлсалар, тенгламанинг ўнг томонида жойлашганлари эса маълум миқдордаги электронларни қабул қилиб, оксидловчилик хоссасини намойиш қилади.

Шундай қилиб, электронларини берадиган атомлар, молекулалар ва ионлар оксидловчилар, электронларни бириктирадиганлар эса қайтарувчилардир. Масалан:



Бу реакцияларнинг электр юритувчи кучи (ЭЮК) ва топиш учун оксидловчининг стандарт потенциал қийматидан қайтарувчининг стандарт потенциал қийматини айириб ташлаш керак. Агар юқорида келтирилган реакцияларнинг ЭЮК ни ҳисобласак (тегишли тартибда):

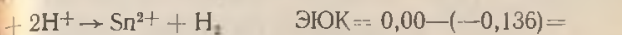
$$-0,44 - (-2,363) = 1,923 \text{ В}; \quad +0,401 - (-0,250) = 0,651 \text{ В}$$

$$0,00 - (-2,363) = 2,363 \text{ В}; \quad +1,692 - (+0,337) = 1,355 \text{ В}$$

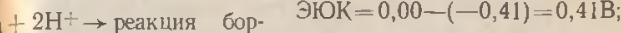
$$+0,337 - (-2,363) = 2,70 \text{ В}; \quad +0,850 - (0,00) = 0,850 \text{ В}$$

6-иловада келтирилган оксидланиш-қайтарилш потенциаллари бўйича бир неча хулосалар қиламиз:

1. Стандарт оксидланиш-қайтарилш потенциаллари водородниқидан ($E^{\circ} = 0,000$) кичик бўлган металллар ва кислота таркибидан водородни сиқиб чиқара олмайдилар, аммо потенциал қийматлари водородниқидан юқори бўлган металлларнинг ёки ионлар кислота таркибидан водородни сиқиб чиқара олмайдилар. Масалан:



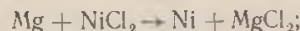
$$= 0,136 \text{ В}$$



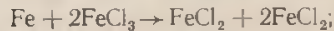
$$Fe^{2+} + 2H^+ \rightarrow \text{реакция бор-} \quad \text{ЭЮК} = 0,00 - (+0,337) = -$$

$$\text{ойдн.} \quad -0,337 \text{ В.}$$

2. Стандарт потенциал қийматлари бошқа металлдан ионга нисбатан паст бўлган металллар ёки ионлар потенциаллари юқори бўлган металллар тузларининг эритмалари таркибидан металл атомини ёки ионини сиқиб чиқариши ёхуд унинг паст даражали ионларини ҳосил қилиши мумкин. Масалан:



$$\text{ЭЮК} = -0,25 - (-2,36) = 2,11 \text{ В.}$$



$$\text{ЭЮК} = +0,77 - (-44) = 1,21 \text{ В}$$

3. Энг кучли қайтарувчиларга ишқорий ва ишқорий-ер металлларнинг атомлари киради. Анча кучсиз қайтарувчиларга эса нодир металлларнинг атомлари ва галогенларнинг ионлари (йоддан ташқари) кирадилар.

4. Анча кучли оксидловчиларга — галогенларнинг атомлари, юқори оксидланиш даражасига эга бўлган металлларнинг ионлари, мусбат зарядланган металлмас атомларини тутган мураккаб ион ва молекулалар, шунингдек нодир металлларнинг ионлари киради.

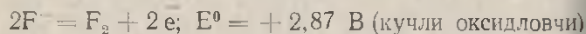
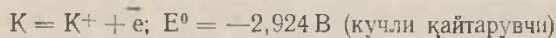
Анча кучсиз оксидловчиларга тўртинчи группанинг асосий группача элементлари киради.

6-иловадан фойдаланганда шуни эсда тутмоқ керакки, ҳамма термодинамик жиҳатдан мумкин бўлган реакциялар амалда ЭЮК қиймати бўйича бориши мумкин бўлса ҳам боравермайди. Масалан, алюминийнинг сувдаги бирикмаларидан каллий ёрдамида ажратиб олиб бўлмайди ёки магний ёрдамида рух бирикма-

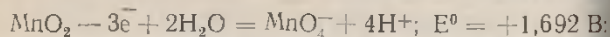
лари таркибидан рухни сиқиб чиқариб бўлмайди, чунки биз металлларнинг электрохимёвий кучланишлар каторини тушунтирганда бу масала устида муфассал туҳтаган эдик (ишқорий металлларнинг ўзлари сувли эритмалар билан кимёвий реакцияларга киришиб қоладилар).

Стандарт оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари жадвали (6-илова) қуйидагиларга эътибор беришингизни талаб қилади:

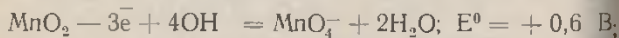
1) Стандарт оксидланиш-қайтарилиш потенциалларнинг қиймати ва белгисига қараб, моддаларнинг хоссалари тўғрисида аниқ бир фикрга келиш (атомлар, молекулалар ва ионлар қайтарувчанлик ёки оксидланувчанлик хоссаларини намоён қилишлари ҳақида маълумотга эга бўлиш) мумкин: Масалан:



2) Муҳитга қараб стандарт потенциалнинг ўзгаришини аниқлаш мумкин. Масалан:

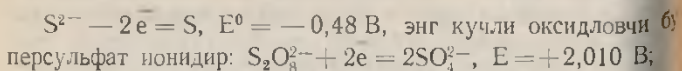


(кислотали муҳит)



(ишқорий муҳит)

3) Маълум бир элементнинг қайси кимёвий бирикмаси кучли қайтарувчи ёки оксидловчи бўлишини аниқлаш мумкин. Масалан: олтингугуртнинг сульфид иони кучли қайтарувчанлик хоссасини намоён қилади:



4) Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг йўналишини ва содир бўлишини олдиндан айтиш имкониятини яратади.

Агар ЭЮК мусбат қийматга эга бўлса, реакция талланган йўналиш бўйича бориши мумкин.

Жадвалдаги оксидланиш-қайтарилиш потенциалига қараб, 85000 дан ортиқ кимёвий реакциянинг мувозанат константаси қийматини ҳисоблаб топса бўлади.

Электролитларнинг сувдаги эритмаларига ёки юқори температура таъсирида суюқлантирилган электролитга икки электрод туширилиб ўзгармас ток манбаи билан туташтирилса, катионлар (мусбат зарядли ионлар) катодга, анионлар (манфий зарядли ионлар) анодга томон силжийди. Катодга электр манбаидан электронлар келиб тургани учун у манфий зарядли бўлади, унинг электронларини катионлар бириктириб олиб нейтралланади, яъни қайтарилади. Аноддаги электронлар электр манбаига тортилгани учун унда электронлар етишмайди ва шу сабабдан анод доимо мусбат зарядли бўлади. Электролит таркибидagi анионлар анодга бориб, электронларини бериши натижасида нейтраллланади, яъни оксидланади. Демак, катодда қайтарилиш, анодда оксидланиш жараёни содир бўлади. Электронлар аноддан катодга томон боради. Шундай қилиб, электролитнинг сувдаги эритмасидан ёки суюқлантирилган электролитдан электр токи ўтказилганда электролит парчаланаяди, бу ҳодиса электролиз деб аталади. Кумир, графит ва металллар биринчи тур ўтказгичлар бўлиб, электр токни осон ўтказаяди. Бунда ўтказгичларнинг кимёвий таркиби ўзгармайди. Суюқлантирилган электролитлар ва уларнинг эритмаларидан электр токи ўтганда, юқорида айтилганидек, катионлар катоддан электрон бириктириб олади, анионлар ўз электронларини анодга беради. Бунинг натижасида электр токи тўхтовсиз ўтиб туради. Иккинчи тур ўтказгичлардан электр токи ўтганда бу моддалар парчаланаяди, бошқа моддаларга айланади. Улар биринчи тур ўтказгичлардан ана шу хоссалари билан фарқ қилади. Демак, электролиз электр токи таъсирида содир бўладиган оксидланиш-қайтарилиш реакцияси содир бўлганда эритмадаги ионлар концентрацияси қанча кўп бўлса, эритма орқали шунча кўп электр токи ўтади. Эритма орқали ўтадиган электр токи миқдори ионлар зарядига ҳам боғлиқ. Икки валентли, яъни икки зарядли ионлар бир зарядли ионлардан икки баравар ортиқ, уч зарядли ионлар уч баравар ортиқ электр миқдори ўтказаяди. Ионларнинг ҳаракатчанлиги турлича бўлади баъзи ионлар тез ҳаракат қилади, баъзиларнинг ҳаракатчанлиги камроқ бўлади. Шубҳасиз, тез ҳаракат қилувчи ионлар электр токни тезроқ та-

шийди. Масалан, H^+ ва OH^- ионларининг ҳаракатчанлиги бошқа ионларнинг ҳаракатчанлигидан ортиқроқ, улар электролизда электродларга тезроқ етади. Шунинг учун кислота ва асослар эритмаси яхши электролизланади ва уларнинг электр ўтказувчанлиги яхши бўлади.

Электролитларнинг ва электродларнинг табиатига қараб, электролиз турлича бўлиши мумкин.

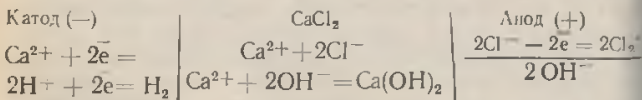
Электролитларнинг сувдаги эритмаларида электролит эритмаларидан бошқа сув ионлари H^+ ва OH^- ҳам бўлади. Уларнинг концентрацияси ғоят кичик, лекин эритмага ток манбаига уланган электродлар туширилганда, электролит ионлари билан бирга сув ионлари ҳам электродларга боради.

5.6 Катодда содир бўладиган жараёнлар

Қуйида умумий ҳолатларнинг баъзиларини кўриб чиқамиз.

1. Катодга электролит катиони ва сувнинг водород иони боради. Булардан қайси бирининг олдин нейтралланиши (қайтарилиш) электролит катионларининг кучланиш қаторидаги ўрнига боғлиқдир. Агар электролит катиони водороддан олдин турса, унинг электрон бириктириб олиши қийин. Масалан, ишқорий металл ва ишқорий-ер металллар катионлари:

Li^+ , K^+ , Na^+ , Be^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Ba^{2+} Al^{3+} лар билан водород ионлари H^+ биргаликда келса, аввал водород ионлари H^+ қайтарилади, чунки водород ионида электроакцепторлик хоссаси юқоридир. Масалан: $CaCl_2$ эритмасининг электролиз схемаси (асосий жараён тагига чизиб қўйилган):



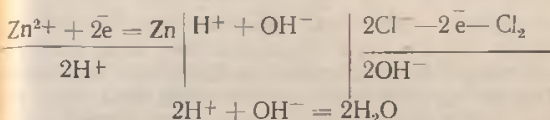
2. Электрохимёвий кучланишлар қаторида алюминийдан кейин турган металлларнинг бирикмалари электролиз қилинганда, катодда водород ва доимо металл катионлари қайтарилади ва металл эркин ҳолда ажралади, бунга сабаб бу металлларнинг катионлари водород

катионларига нисбатан осон қайтарилади. Масалан $ZnCl_2$ эритмасининг электролиз схемаси:



Катод (-) $Zn^{2+} + 2Cl^-$

Анод (+)



5.7. Анодда содир бўладиган жараёнлар

Анодда содир бўладиган жараёнлар электролитнинг хилига ва аноднинг қандай материалдан ясалганлигига боғлиқ бўлади.

Кислородсиз кислоталар ва уларнинг тузлари электролиз қилинганда анодда доимо кислородсиз кислота қолдиқлари: I^- , Br^- , Cl^- , S^{2-} оксидланади, бунга сабаб кислородсиз кислота қолдиқларида электродонорлик хоссалари сувнинг OH^- анионикига нисбатан юқори. $CaCl_2$, $ZnCl_2$ эритмалари электролиз қилинганда анодда Cl^- анионининг оксидланиши юқоридаги мисолларда кўрсатилган.

Кислородли кислоталар ва уларнинг тузлари электролиз қилинганда анодда доимо OH^- анионлари оксидланади ва кислород ажралиб чиқади, бунга сабаб NO_3^- , CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , SO_4^{2-} , $C_10_2^-$, PO_4^{3-} сингари кислородли кислоталарнинг қолдиқлари OH^- анионига нисбатан осон оксидланиш хоссасига эга эмас. Масалан, $Mg(NO_3)_2$ ва $MnSO_4$ тузларининг электролиз схемаси:



Катод (-)

Mg^{2+}

$2H^+ + 2e^- = H_2^0$

Mg^{2+}

$2H^+$

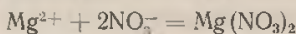
$2NO_3^-$

$2OH^-$

Анод (-)

$2NO_3^-$

$4OH^- - 4e^- = 2H_2O + O_2$



Катод (-)

Mn^{2+}

$2H^+$

Mn

$2H^+$

Mn^{2+}

$MnSO_4$

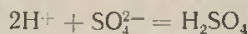
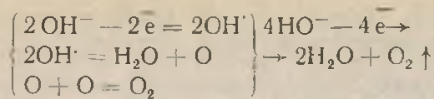
SO_4^{2-}

$2OH^-$

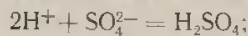
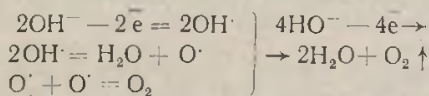
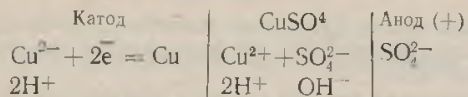
Анод (+)

SO_4^{2-}

SO_4^{2-}



3. Электролиз жараёнида эримайдиган ёки эрийдиган анодлар ишлатилади. Эримайдиган анод кимёвий жиҳатдан инерт бўлган, яъни оксидланиш жараёнига учрамайдиган материаллардан, кўпинча платина ёки графитдан тайёрланади. Эрийдиган анодлар эса электролиз вақтида оксидланиш жараёнига учрайди, масалан, Cu, Ni, Ag, Fe ва бошқалар. Pt ли анодда CuSO_4 эритмасининг электролиз схемаси:



Cu ли анодда CuSO_4 эритмасининг электролизи:

Бунда катодда эритмадаги мис ионлари қайтарилади, анодда эса мис электроди оксидланади ва мис ион ҳолида эритмага ўтади, натижада эритмадаги $\text{CuSO}_4 \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ мувозанати ўзгармайди.

Катодда (—) $\text{Cu}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Cu}$; анодда (+) $\text{Cu} - 2\bar{e} = \text{Cu}^{2+}$

5.8. Электролизнинг миқдорий қонунлари

Электролиз вақтида электродларда борадиган оксидланиш-қайтарилиш жараёнилари Фарадей қонунларига бўйсунди ва қуйидагича таърифланади:

1. Электролизда ажралиб чиқадиган моддаларнинг массаси электролит орқали ўтган ток кучига ва вақтга пропорционалдр.

2. Турли электролитлар орқали тенг миқдор электр токи ўтганда электродларда эквивалент миқдорда моддалар ажралиб чиқади.

Электролит эритмасидан ёки суюқланмасидан 96500

кулон ток ўтганда электродда 1 моль-эквивалент модда ажралиб чиқади.

Фарадей қонунининг математик ифодасини умумий кўринишда қуйидагича ёзиш мумкин.

$$m = \frac{\mathcal{E}}{F} \cdot J \cdot t$$

бунда m — электролиз вақтида ажраладиган модда массаси,

\mathcal{E} — модданинг моль-эквиваленти, t — электролиз учун кетган вақт, секунд ёки соат ҳисобида,

J — ток кучи (Амперларда)

\mathcal{E} — модданинг электрокимёвий эквиваленти дейилади.

F — Фарадей сони.

Масала шартда вақт секундда берилган бўлса $F = 96500$ га, соатларда берилса $F = 26,8$ га тенг бўлади. Шунга кўра:

$$m = \frac{\mathcal{E}}{96500} J \cdot t \text{ (сек)}$$

$$m = \frac{\mathcal{E}}{26,8} J \cdot t \text{ (соат)}$$

1. мисол. CuSO_4 эритмасидан 40 мин давомида 1,65 А кучга эга бўлган ток ўтказилса, катодда неча грамм мис ажралиб чиқади?

Ечиш: Фарадей қонунига кўра, вақтни секундга ўтказиб, $m = \frac{\mathcal{E} \cdot J \cdot t}{96500}$ формулага тегишли қийматлар $\mathcal{E} = 31,77$;

$J = 1,65$; нининг моль-эквиваленти 31,77 ва вақт $40 \cdot 60 = 2400$ секундни қўйиб, ажралиб чиққан мис миқдорини топамиз:

$$m = \frac{31,77 \cdot 1,65 \cdot 2400}{96500} = 1,3 \text{ г.}$$

2- мисол. 3,36 г кумушни AgNO_3 дан электролиз қилиб олиш учун 5 А кучга эга бўлган токни эритмадан қанча вақт давомида ўтказиш керак?

$$\text{Ечиш: } m = \frac{\mathcal{E} \cdot J \cdot t}{96500} \text{ бундан } t = \frac{m \cdot 96500}{J \cdot \mathcal{E}}$$

Кумушнинг моль-эквиваленти 107,87 га тенг Бу формулага тегишли қийматлар: $m = 3,36$ г; $J = 5$; $\mathcal{E} = 107,87$ ни қўйиб вақтни топамиз:

$$t = \frac{3,36 \cdot 96500}{107,87 \cdot 5} = 600 \text{ сек ёки } 10 \text{ мин.}$$

3- мисол. Катодда 4,74 г мис ажратиб олиш учун I соат давомида CuSO_4 эритмасидан кучи неча амперга тенг бўлган ток ўтказиш керак?

$$\text{Ечиш. } J = \frac{\mathcal{E}}{26,8} = \text{бундан } J = \frac{m \cdot 26,8}{\mathcal{E} \cdot t}$$

Келтирилган формулага тегишли қийматлар: $m = 4,74$; $\mathcal{E} = 31,77$; $t = 1$ соатни қўйиб ток кучини топамиз:

$$J = \frac{4,74 \cdot 26,8}{31,77 \cdot 1} = 4,0 \text{ А}$$

4- мисол. Бирор металлнинг сульфати эритмасидан 45 мин давомида кучи 6А га тенг бўлган ток ўтказгичдан катодда 5,49 г металл ажралиб чиққан. Металлнинг эквивалентини аниқланг.

$$\text{Ечиш. } m = \frac{\mathcal{E} \cdot J \cdot t}{96506} \text{ бунда } \mathcal{E} = \frac{m \cdot 96500}{J \cdot t}$$

келтирилган формулага тегишли қийматларни қўямиз: $m = 5,49$; $t = 45 \cdot 60 = 2700$; $J = 6$ ни қўйиб, металлнинг эквивалентини топамиз:

$$\mathcal{E} = \frac{5,49 \cdot 96500}{6 \cdot 2700} = 31,53.$$

5.9. Электролизда электрохимёвий қутбланишлар

Электролитик қутбланиш икки хил бўлади: *химёвий ва концентрацион қутбланишлар*.

Агар H_2SO_4 эритмасига платина электродлар туширилиб, эритмага ташқи манбадан электр токи юборилса ва бу вақтда потенциаллар айирмаси 1 В га тенг бўлса, занжирдаги амперметрнинг стрелкаси силжиб, электр токи борлигини кўрсатади, сўнгра аста-секин ўз жойига, яъни нолга қайтади. Демак, бора-бора занжирда электр токи қолмайди. Электролизда ҳамма вақт ашундай бўлади, яъни:

$$J = \frac{E}{R + r}$$

формула бўйича қараганда занжирда электр токи кучининг камайиши ёки бутунлай йўқолиб кетиши, ток кучи J , электр юритувчи куч E нинг камайиши ёки ички

(R) ва ташқи (r) қаршиликларнинг қўпайиши ёхуд иккала ҳолнинг бир вақтда содир бўлиши натижасида камайиши мумкин. Электролиз вақтида ташқи қаршилик ўзгармайди. Агар электролиз натижасида токни ёмон ўтказадиган моддалар ҳосил бўлса, ички қаршилик ошиши мумкин. Электролиз вақтида электролитик ванна гальваник элементга айланади ва унинг электродлари орасида ташқи электр манбаига қарши йўналган потенциаллар айирмаси вужудга келади. Бу ҳодиса электролитик қутбланиш ёки қисқача, *қутбланиш* дейилади. Қандай қилиб электролиз вақтида электролитли ваннада қутбланиш электр юритувчи кучи ҳосил бўлишини юқорида келтирилган мисолда кўриб чиқайлик. Сульфат кислота эритмаси орқали электр токи юборилган бўлсин.

Электролитлардан электр токи ўтганда электроднинг ҳолати — унинг потенциали, қуш электр қават зарядининг зичлиги ўзгаради. Бу ҳодисага *электродининг қутбланиши* дейилади. Бунда электроднинг ток бўлмаган ҳолатдаги мувозанат потенциали ўзгаради.

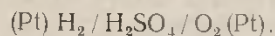
Электролитга ташқи манбадан ток юборилганда катодга электрон келиши сабабли унинг потенциали манфийлашади, аксинча, аноддан электронлар кетиши сабабли, унинг мусбат потенциали ошади, яъни электродлар қутбланишади.

Агар металл пластинка ўзининг тузи эритмасига туширилган бўлса, бунинг натижасида катион эритмадан электродга ўта бошлайди ва келаётган электронни нейтраллайди: $M^+ + e \rightarrow M$. Натижада потенциал қиймати кўп миқдорда ўзгармайди. Электроднинг мусбат потенциали ошганда эса бу жараён тескари боради:

$M \rightarrow M^+ + e$ ва яна потенциал кўп миқдорга ўзгармайди. Бундай электродлар *қутбланмайдиган* электродлар дейилади. Cu , Zn металллар сингари электродлар шундай электродлардир.

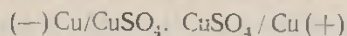
Нодир металллар (олтин, платина) ўз ионларини эритмага бу металлларнинг ионлари (тузи) бўлмаса юқорида баён этилган $M \rightleftharpoons M^+ + e$ жараён бормайди. Ташқаридан юборилган кам ток ҳам электроднинг потенциалини сезиларли ўзгартиради. Бундай электродлар идеал қутбланувчан электродлар дейилади. Кагоддаги потенциал водород мувозанат потенциалдан ошгандан сўнг водород ажралиб чиқа бошлайди. Анодда эса кислород ажралади.

Электродларда ажралиб чиқаётган бу газлар платина электродга адсорбцияланиб газ электродлар — кислород ҳамда водород электродлар ҳосил бўлади. Натижада, сульфат кислота эритмасига туширилган платина пластинкаларида кислород ҳамда водород электродлардан иборат қуйидаги гальваник элемент вужудга келади:



Бу гальваник элементнинг электр юритувчи кучи электролиз давомида аста-секин оша боради ва, ниҳоят, ўзининг энг юқори қийматига эришади. Демак, юқоридаги мисолда қутбланишнинг сабаби кимёвий гальваник элементнинг вужудга келишидир. Шунинг учун бундай қутбланишга *кимёвий* қутбланиш дейилади.

Электролитли ваннада концентрацион гальваник элемент вужудга келишдан ҳам қутбланиш содир бўлиши мумкин. Агар электрод қайтар бўлса, яъни металл таркибида шу металл иони бўлган эритмага туширилганда, масалан: Cu ($CuSO_4$ Cu занжиридан электр токи ўтказилса, катодда мис ионлари қайтарилиши сабабли катод қисмида $CuSO_4$ нинг концентрацияси камаяди, анод қисмида аксинча, $CuSO_4$ нинг концентрацияси кўпаяди, чунки Cu анод эрийди. Натижада ваннада қуйидаги концентрацион гальваник элемент вужудга келади:



$$C_2 < C_1$$

Одатда, бундай концентрацион элементларнинг электр юритувчи кучи кам бўлади, баъзан эса, масалан, комплекс тузлар электролиз қилинганда анчагина қийматга эришади.

Катод яқинида ва эритма ичида концентрация фарқи вужудга келганлигидан мис ионлари эритма ичидан катод юзасига диффузиялана бошлайди. Маълум вақтдан сўнг катоддан кетган ва катодга келаётган мис ионларининг миқдори бараварлашади ва ўзгармайди. Бу концентрация — стационар концентрация қарор топади.

2.10. Электролизнинг амалий аҳамияти

Электролиз жараёнида саноатда турли мақсадларда кенг фойдаланилади. Электрохимёвий йўл билан турли реакцияларни ўтказиш мумкин, ҳатто система-нинг эркин энергиясининг ортиши билан борадиган ва оддий шароитда қийин ёки бутунлай бормайдиган реакцияларни ҳам амалга ошириш мумкин. Масалан, сувни осонлик билан водород ва кислородга ажратиш мумкин. Электролиз усули билан алюминий, магний сингари металлларни, уларнинг тузлари эритмасидан газ ҳолидаги хлор, ишқорлар, оксидланиш-қайтарилиш жараёни воситасида турли органик моддалар олинади.

Соф ҳолдаги металллар фақат электролиз йўли билан олинади. Бу усул металлларни тозалаш (рафинация) дейилади.

Тоза мис олишда электролиздан кенг фойдаланилади. Электролит сифатида H_2SO_4 ва $CuSO_4$ анод сифатида эса тозаланмаган (кимёвий усулда олинган) мис ва ёққаси, катод сифатида тоза мис пластинка ишлатилади. Электролиз натижасида мисдан ясалган электрод эриб, катодда тоза мис ажралиб чиқади. Турли қўшимчалар эритмада қолади ёки эритма тагига чуқади. Бу йўл билан тозалиги 99,9% бўлган мис олиш мумкин.

Электролиздан гальванопластикада металл буюмларнинг сиртларини бошқа металл билан қоплашда ҳам кенг фойдаланилади. Металл буюмларни хромлаш, никеллаш, қалайлаш, қумушлаш сингари ишлар ҳаммага маълум ва кўп тарқалган жараён-дир. Гальванопластика ҳам тозалаш жараёнига ўхшашдир. Анод сифатида қопловчи металл, катод сифатида қопланиши керак бўлган металл олинади.

Электрометаллургия асосан электролиз жараёнига асосланган. Кимёвий жараёнда қийин қайтарилувчи металлларни электролиз усули билан олинади.

Электролиздан аналитик мақсадлар учун ҳам фойдаланилади. Кўпчилик металлларнинг ўта кучланиши жуда камлигидан уларнинг ажралиб чиқиш потенциалли мувозанат потенциалига амалда тенг бўлади. Шунинг учун эритмада турли металлларнинг ионлари бўлса, электролиз натижасида улар кучланиши камайиб бориши қатори тартибда ажралиб чиқади. Бу ҳол эритмадаги металлларни электролиз йўли билан миқдорий анализ қилишга имкон беради.

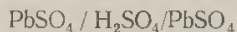
5.11. Аккумуляторлар

Агар электрохимий система электр токи манбаи билан туташтирилса, унда химий ўзгариш юз бериб, электр энергияси химий энергияга айланади. Сўнгра бу элемент электродлари сим билан туташтирилса, йиғилган химий энергия ҳисобига бу система электр манбаига айланади, яъни химий энергия электр энергияга айланади. Бундай электрохимий элемент аккумулятор дейилади. Шундай қилиб, аккумуляторлар иккиламчи электр манбаларидир. Аккумуляторлар зарядланганда борадиган реакция билан зарядсизланганда борадиган реакция бир-бирига қарама-қарши химий жараёнлардир.

Умуман олганда, ҳамма қайтар гальваник элементлар аккумулятор бўла олиши мумкин. Лекин айрим сабабларга кўра, масалан, электр сифими кичик бўлиши, моддалар физик ҳолати турғун бўлмаслиги натижасида баъзи химий ва бошқа ўзгаришлар бўлиши туфайли қайтар гальваник элементларнинг кўпчилиги аккумулятор бўла олмайди.

Ҳозир амалда икки хил аккумулятор кислотали (қўрғошинли) ва ишқорли аккумулятор кўп тарқалган.

Кислотали (қўрғошинли) аккумулятор сирти қўрғошин оксиди пластаси билан қопланган икки қўрғошин электроддан иборат. Электродлит сифатида сульфат кислотанинг 25—30% ли эритмаси (солиштирма оғирлиги тахминан 1,15—1,21) ишлатилади. Сульфат кислота туширилган қўрғошин пластинка сиртида қўрғошин оксид сульфат кислота эритмасида $PbSO_4$ га айланади. Натижада қуйидаги электрохимий занжир вужудга келади:

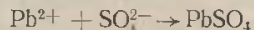
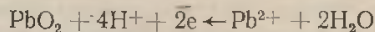


Системадан электр токи ўтказилганда манфий қутбда Pb^{2+} иони Pb гача қайтарилади. Мусбат қутбда эса Pb^{2+} иони Pb^{4+} гача оксидланади. Шундай қилиб, қўрғошин иккала электродда икки хил ҳолатга келади. Натижада қуйидагича электрохимий занжир вужудга келади.

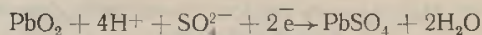
$Pb, PbSO_4 / H_2SO_4 / PbSO_4, PbO_2$ Аккумулятор ишлаганда (зарядсизланганда) бу жараённинг тескараси боради ва қўрғошин иккала электродда бир хил оксидланиш даражасига

эришади. Шундай қилиб, аккумулятор ишлаганда, яъни электр токи манбаи бўлган ҳолда қуйидаги жараёнлар боради:

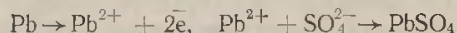
Мусбат қутбда:



ёки умумий кўринишда:



Манфий қутбда:

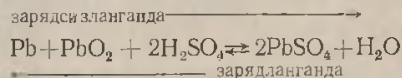


ёки умумий кўринишда:



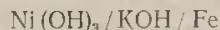
Электродларда борган реакцияларнинг тенгламалари бир-бирига қўшилса, аккумуляторда борган умумий реакция тенгламаси чиқади.

Аккумулятор зарядланганда (ундан электр токи ўтказилганда) бу реакциянинг акси боради. Шундай қилиб, аккумуляторда содир бўладиган барча реакцияларни қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



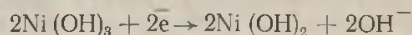
Кислотали аккумуляторнинг электр юритувчи кучи $E = 2,02$ В.

Ишқорли аккумулятор. Электродлит сифатида ўювчи калийнинг тўйинган эритмаси ишлатилади. Бу элементнинг занжири қуйидагича ифодаланади:

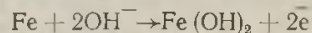


Аккумулятор зарядсизланганда (ишлаганда) қуйидаги жараёнлар содир бўлади:

Мусбат электродда:

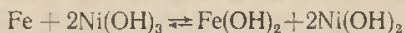


Манфий электродда:



Демак, умумий реакция тенгламаси:

зарядсизланганда \longrightarrow



\longleftarrow зарядланганда

Ишқорли аккумуляторнинг электр юритувчи кучи 1,35—1,33 В га тенг. Бундан ташқари, кадмий-никель ва кумуш-рух ишқорий аккумулятор ҳам мавжуд.

5.12. Металларни коррозияси ва унга қарши кураш чоралари

Кўпчилик металллар ҳаво, туз, сув, кислота ва ишқор эритмалари таъсирида емирилади. Металларнинг умуман, турли модаларнинг ташқи муҳит билан кимёвий ёки электрохимёвий таъсирлашиши натижасида бузилиши ва емирилиши коррозия дейилади.

Коррозия халқ хўжалигига катта зарар етказилади.

Ташқи шароитга қараб металллар турли хил коррозияга учраши мумкин. Коррозиянинг хиллари ўзининг моҳияти, механизми жиҳатидан бир-бирдан жуда катта фарқ қилади. Коррозия физик-химёвий таъсири жиҳатидан икки хил бўлади: кимёвий ва электрохимёвий коррозия. Энг кўп тарқалган коррозия электрохимёвий коррозиядир. Электрохимёвий коррозия металллар электродит эритмалари муҳитида турганда содир бўлади.

Коррозия оқибатида оксидлар ва гидроксидлар ҳосил бўлади. Шундай қилиб, коррозиянинг кимёвий сабаби металлнинг оксид ёки гидроксид ҳолатига ўтганда барқарор ҳолатга ўтишидир. Металларнинг электрохимёвий коррозияга учраш механизми уларда гальваник элементлар ҳосил бўлиши билан боғлиқ.

Металлар соф бўлмай, уларга маълум даражада бошқа металллар аралашган бўлади. Ҳаят тоза металллар (масалан, тоза рух) ҳолдаги активлик қаторида турган ўрнига қарамай деярли коррозияланмайди.

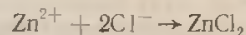
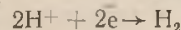
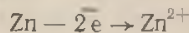
Маълумки, Zn кўп кислоталарда эрийди. Эриши натижасида кислотадан водородни сиқиб чиқаради. Тозаллиги юқори бўлган рух кислоталарда узоқ вақт сақланса ҳам эригани сезилмайди. Агарда рух тоза бўлмай, оз бўлсада темир, сурьма мис ёки бошқа металллар аралашган бўлса рух ва аралашган металллар микробактерия элемент ҳосил қилади. Анодда рух ўзидан

кейин турган металллар билан жуфтланган бўлса, у анод бўлади ва коррозияга учрайди, яъни ўзи эрийди. Мисол учун рухнинг хлорид кислотата эришини курайлик:



Анод:

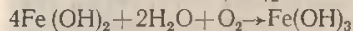
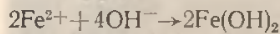
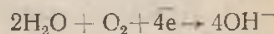
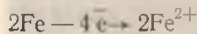
Катод:



Нейтрал ёки кучсиз кислотали эритмаларда, нам ҳавода электрохимёвий коррозия биров бошқачароқ ўтади. Агарда оддий темир пластинкасини сувга солиб қуйсак коррозия бошланади, бунга сабаб металл булакчасида Fe_3C бирикмаси мавжуд. Бу бирикма темир билан микрогальваник элемент ҳосил қилади. Темир анод бўлиб микрокатод ролини Fe_3C бажаради. Темир ион ҳолида сувга ўтиб OH^- ионлари билан $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ҳосил қилади. Сувдаги кислотод уни $\text{Fe}(\text{OH})_2$ гача оксидлайди. Темир пластинкаси емирила бошлайди. Бу коррозия жараёнини қуйидаги схема ёрдамида кўрсатиш мумкин:

Катод (—)

Анод (+)



Кимёвий коррозия ҳар хил қуруқ газларнинг (кислород, водород сульфид, сульфат ангидрид ва бошқалар) ва электродитмаслар (бензин, спирт, керосин) таъсирида ҳосил бўлади. Масалан, идишни қуруқ йод буғи билан ўлатиб, ичига кумуш пластинка туширилса биров вақт ўтгандан кейин реакция натижасида кумуш сирти қизил-қўнғир тусга киради. Бу AgI ҳосил бўлганини кўрсатади. Демак, кимёвий коррозия вужудга келади. Бунга ўхшаш ўзгаришлар мисга SO_2 ёки H_2S нинг таъсири натижасида вужудга келади; ҳавода қиздирилган темир ва бошқа металллар ҳам кимёвий коррозияга учрайди.

Юқори температурада кўпчилик металлларнинг оксидланиш тезлиги кескин ортади. Масалан, темирда 250—300°C даёқ кўзга кўринадиган оксид парда ҳосил бўлади. 600°C ва ундан юқорида металл сирти ҳар хил даражада оксидланган темир оксидлари FeO , Fe_3O_4 , Fe_2O_3 дан иборат оксид қават билан қопланади. Оксид

қабат темирни чуқур оксидланишдан сақламайди, чунки унда дарз жойлар ва ғоваклар бўлиб, булар кислороднинг металлга ўтишига қаршилик кўрсата олмайди. Шунинг учун темир 800°C дан юқори температурада қиздирилганда унинг оксидланиш тезлиги жуда кучайиб кетади.

Баъзи металлларнинг коррозияланиш жараёни ҳаво кислороди таъсирида жуда секинлашади. Бунга сабаб шуки, металл сиртида ҳимояловчи оксид парда ҳосил бўлиб, у металлга газларнинг ҳам, суюқликларнинг ҳам ўтишига тўсқинлик қилади.

5.13. Металларни коррозиядан сақлаш усуллари

Ҳар йили олинладиган темирнинг 10—15% га яқин миқдори фақат коррозияланиш туфайли исроф бўлиши ҳисоблаб чиқилган. Коррозияланиш натижасида металл буюмлар ўзининг қимматли техник хоссаларини йўқотади. Шу сабабли металлларнинг коррозияланишига қарши курашиш чораларининг аҳамияти жуда катта. Бу чоралар ниҳоятда хилма-хил. Улардан баъзиларини кўрсатиб ўтамыз.

1. Металлар сиртида ҳосил қилинадиган ҳимоя қопламалар. Улар металл (руҳ, қўрғошин, никель, хром ва бошқа металллар) ва металлмас (лак, бўёқ, сир ва бошқа моддалар) бўлиши мумкин. Бу қопламалар металлни ташқи муҳитдан ажратиб қўяди.

2. Коррозияланмайдиган қотишмаларни яратиш, масалан, пулат таркибида 12% гача хром бўлса, коррозияланиш таъсирига чидамли, зангламайдиган пулат олинади. Пулатга никель, кобальт ва мис қўшилганда ҳам унинг коррозияга чидамли бўлиш хусусияти кучаяди.

3. Протекторли ҳимоя. Ҳимояланадиган конструкция (ер ости трубопроводи, кема корпуси) электролит муҳитида (денгиз суви, ер ости сувлари бўладиган ҳоллар) да қўлланилади. Пулат буюмларни ҳимоялашда протектор сифатида одатда магний, алюминий, руҳ ва уларнинг қотишмалари ишлатилади. Коррозия жараёнида протектор анод вазифасини ўтайди ва ўзи емирилади, шу билан конструкцияни емирилишидан сақлаб қолади.

4. Муҳит таркибининг ўзгариши.

Бу ҳолда металл буюмларнинг коррозияланишини се-

кинлатиш учун электролитга коррозияни секинлатувчи моддалар, бошқача айтганда *ингибиторлар* дейиладиган моддалар (кўпинча органик моддалар) қўшилади. Ингибиторлар металл билан кимёвий бирикади ва унинг сиртида ҳимоя парда ҳосил қилади деб тахмин этилади. Темир буюмларни хлорид кислота таъсиридан ҳимоя қилиш учун уротропин ишлатилади.

5.14. Кимёвий реакцияларнинг йўналиши

Модда ва системанинг кўп хоссалари уларнинг ички энергиясига боғлиқ бўлади. Системанинг ички энергияси молекулаларнинг илгарилама ва айланма ҳаракат энергияларидан, молекуладаги атом гуруппаларнинг теbranма ҳаракат энергиясидан, атомлардаги электронларнинг айланма ҳаракат энергиясидан, молекулалараро таъсир энергиясидан, ядрогаги мавжуд энергиядан ташкил топган бўлади.

Жараёнларнинг амалга ошиши ёки ошмаслиги кимёвий реакциялар ҳақидаги муҳим маълумотдир. Реакциянинг тавланган йўналишда маълум унум билан содир бўлишини унинг мувозанат ҳолатига турли ташқи омиллар — босим, бошланғич моддалар ва маҳсулотларнинг концентрациясининг ўзгариши таъсирини аниқлаш; маълум шароитда содир бўлиши мумкин бўлмаган жараённи амалга ошириш учун қандай ташқи омиллар таъсири лозимлигини ва аксинча, зарарли жараён тезлигини кескин пасайтириш ёки батамом тўxtатиш шарт-шароитларини билиш катта аҳамиятга эга.

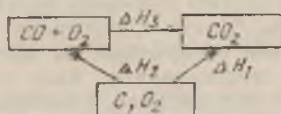
Кимёвий жараёнларда турли энергиявий ўзгаришлар содир бўлади, яъни кимёвий энергия бошқа энергияга айланади. Масалан, иссиқлик тарқалиш, нурланиш, электр энергияси ҳосил бўлиши вужудга келади. Кўпинча кимёвий жараёнлар натижасида иш бажарилади.

Термодинамиканинг биринчи қонуни турли кимёвий жараёнларга татбиқ этилади, деярли ҳамма жараёнлар иссиқлик чиқариш ёки ютиш билан боради. Бу иссиқлик системанинг кимёвий энергиясини тавсифлайди. Бу иссиқликнинг ўзгариши ва бошқа энергия турларига ўтиши ҳам термодинамиканинг биринчи қонунига бўйсунди.

Турли моддаларнинг хоссалари билан улар таркиби, тузилиши ва мавжуд бўлиш шароити орасидаги

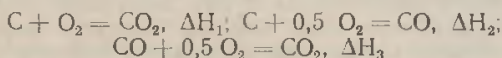
муносабатларни кимёвий термодинамика ўрганади. Бу фаннинг муҳим йўналишларидан бири термохимёдир. Бу йўналиш термодинамиканинг биринчи қонунига асосланган. Термохимёнинг асосий қонуни — Гесс қонуни термодинамиканинг биринчи қонунидан келиб чиқадиган муҳим оқибатидир.

Кимёвий жараёнларда ажраладиган ёки ютиладиган иссиқлик реакциянинг иссиқлик эффекти дейилади.



9-расм. Гесс қонунига доир схема.

Кимёвий реакцияларнинг иссиқлик эффекти Гесс қонунига биноан: *кимёвий реакцияларнинг ўзгармас ҳажм ва босимдаги иссиқлик эффекти системанинг бошланғич ва охириги ҳолатига боғлиқ булиб, жараённинг бориш йўлига, қандай оралиқ босқичлар орқали боришига боғлиқ эмас.* Масалан, CO_2 газини C ва O_2 дан икки йўл билан: бевосита ва CO орқали ҳосил бўлиши мумкин (9-расм). Гесс қонунига мувофиқ қуйида келтирилган тенгламалардаги ΔH_2 ва ΔH_3 лар йиғиндиси ΔH_1 га тенг бўлади:



Кимёвий реакциялар натижасида ажралиб чиқадиган ёки ютиладиган иссиқлик миқдори курсатилиб ёзиладиган тенгламаларга *термохимёвий* тенгламалар дейилади. *Термохимёвий* тенгламалар масса ва энергиянинг сақланиш қонунларига риоя қилиб тузилади. Реакция натижасида ажралиб чиқадиган ёки ютиладиган иссиқлик миқдори $\text{кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$ билан ифодаланади.

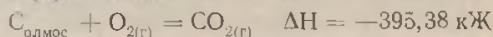
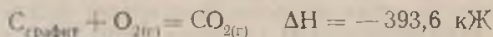
Экзотермик реакциялар вақтида ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори минус (—), эндотермик реакциялар вақтида ютиладиган иссиқлик миқдори эса плюс (+) ишоралар билан белгиланади.

Кимёвий реакцияларнинг иссиқлик эффекти одатда калориметр ёрдамида топилади ва термокимёвий ҳисоб орқали исботланади. Энтальпия, ички энергия қийматларини абсолют қийматини аниқлай олмаймиз. Аммо, термодинамик ҳисоблар учун асосан ички энергия ва энтальпияни қанчалик даражада ўзгарганлигини билишнинг ўзи кифоя қилади.

Экзотермик реакцияларда иссиқлик ажралади, натижада системанинг энтальпияси (ΔH), ички энергияси (ΔU) қийматлари камаяди ва бу ҳолатни энтальпия ўзгаришнинг манфий қиймати ҳолида акс эттирилади.

Эндотермик реакцияларда иссиқлик ютилади H ва U нинг қийматлари ортади, натижада ΔH ва ΔU мусбат қийматга эга бўлади.

Термокимёвий тенгламаларда реакцияга киришувчи моддаларнинг агрегат ҳолатлари ҳам кўрсатилади:



Қуйидаги жадвалда баъзи моддаларнинг ҳосил бўлиш стандарт иссиқлик эффектлари берилган.

19- жадвал

Баъзи моддаларнинг ҳосил бўлиш стандарт иссиқлик эффектлари.

Модда	Агрегат ҳолати	ΔH_{298}° кЖ·моль ⁻¹	Модда	Агрегат ҳолати	ΔH_{298}° кЖ·моль ⁻¹
H ₂ O	газ (г)	-241,88	(НР)	г	-269,0
H ₂ O	суяқ (с)	-285,91	HCl	г	-92,33
CO	г	-110,55	HBr	г	-36,6
CO ₂	г	-393,62	HJ	г	+26,3
SO ₂	г	-297,0	H ₂ S	г	-20,15
SO ₃	г	-395,3	CH ₄	г	-74,87
SO ₃	қаттиқ (қ)	-462,5	C ₂ H ₂	г	+226,80
NO	г	+90,4	Al ₂ O ₃	қ	-1670,2
NO ₂	г	+33,5	Al ₂ (SO ₄) ₃	қ	-3435,8
NH ₃	г	-461,2			

Термодинамиканинг иккинчи қонунининг асосий моҳияти мавжуд шароитда жараённинг қайси томонга йўналишини олдиндан аниқлаш ва қайтар жараёнлар-

да мувозанат қарор топиш шартларини аниқлашдан иборат.

Агар бирор жараённинг ташқи белгиларига қараб, у қайси жараёнга мансублиги аниқланса, термодинамиканинг иккинчи қонунидан фойдаланиб, жараённинг қайси томонга йўналишини олдиндан аниқлаш мумкин. Бунинг учун термодинамик функциялар деб аталган катталиклар — энтропия, эркин энергия, термодинамик потенциал, кимёвий потенциаллар қийматларининг ўзгаришидан фойдаланилади. Бу функцияларнинг ўзгариши кимёвий мувозанат қандай шароитда қарор топишини кўрсатади.

ЭНТРОПИЯ

Энтропия ҳам (у «S» ҳарфи билан белгиланади ва «тартибсизлик» деган маънони билдиради) худди системанинг ички энергияси (U) сингари унинг ҳолат функцияси бўлиб, яъни тўлиқ функция бўлиб, унинг ўзгариши фақат системанинг дастлабки ва охириги ҳолатларига боғлиқ, жараён содир бўлиш йўлига боғлиқ эмас.

Модданинг турли ҳолатларда (газ, суюқ, кристалл) бўлиш эҳтимоллигини акс эттириш) учун энтропиянинг миқдорий қийматини S (Ж·моль⁻¹·К⁻¹) орқали белгиланади. Энтропиянинг 25°C (298 К) ва босим 101325 Па (101,325 кПа) ҳолатдаги [стандарт энтропия — S_{298}^0] қийматлари 20-жадвалда келтирилган.

Ҳар қандай системадаги нонлар, атомлар ва молекулалар бетартиб ҳаракати натижасида тартиби юқори бўлган ҳолатдан тартибсизлиги катта бўлган ҳолатга ўтиши табиийдир. Бунда системанинг энтропияси катталашади (яъни $\Delta S > 0$ бўлади). Системанинг энтропияси ундаги модданинг агрегат ҳолатига боғлиқ, чунки суюқлик буғланганда, кристалл модда эритувчида эритилганда ёки иситилганда суюқланма ҳолатига ўтганда, модда заррачаларининг ўзаро жойлашишида тартиб камаяди ва аксинча, буғ суюқлик ҳолати (конденсация) га, суюқ ҳолдан кристалл ҳолатга ўтганда ҳам системадаги заррачаларнинг ўзаро жойлашишида тартиб ортади ($\Delta S < 0$).

Масалан, буғ ҳолдаги сувнинг энтропиясига қараганда қаттиқ ҳолдаги сув (муз) нинг энтропияси 4,8 мартача кам бўлади.

Бир хил агрегат ҳолатдаги моддалар молекулалари

таркибида атомлар сони кўпайса, унда энтропия қиймати ҳам ортади. Бундай ҳолатларни атомар, молекуляр кислород ва озон, ёки газ ҳолатдаги S , S_2 , S_6 ва S_8 ларни таққослаш натижасида аниқлаш мумкин.

Системанинг энергияси ортиб боришини энтропия омили деб аталади, унинг катталиги температура ортиши билан ўсиб боради. Унинг миқдорини температура ва жараёнда энтропия ўзгариши (ΔS) кўпайтмаси ($T\Delta S$) орқали ифодаланади, катталиги эса Жоулларда берилади.

Ташқи муҳитдан чегара билан ажратилган система (бундай системада ташқи муҳит билан модда, иссиқ-

20- жадвал

S_{298}^0 да баъзи моддалар энтропиясининг стандарт қийматлари

Моддалар	Агрегат ҳолати	S_{298}^0 Ж·моль ⁻¹ ·К ⁻¹	Моддалар	Агрегат ҳолати	S_{298}^0 Ж·моль ⁻¹ ·К ⁻¹
Ag	кристал	42,55	Fe	қ	67,36
AgCl	қ	96,1	H ₂	г	130,6
AgBr	қ	107,1	H ₂ O	г	188,74
AgJ	қ	114,2	H ₂ O	суюқ (с)	69,96
AlSb	қ	72,97	H ₂ O	қ	39,33
Al	қ	28,31	KCl	қ	82,68
Ba	қ	22,96	KClO ₃	қ	142,97
BaCO ₃	қ	112,1	KMnO ₄	қ	171,71
BaCl ₂	қ	125,1	KOH	қ	59,41
Ba(NO ₃) ₂	қ	213,7	K ₂ C ₂ O ₄	қ	200,0
BaSO ₄	қ	131,8	K ₂ SO ₄	қ	175,73
C	олмос	2,38	MgCO ₃	қ	65,69
C	графит	5,74	MgO	қ	26,24
CO	газ (г)	197,4	N ₂	г	191,4
CO ₂	г	213,6	NH ₃	г	192,4
CH ₄	г	186,19	NH ₄ NO ₃	қ	150,60
C ₂ H ₂	г	200,79	HNO ₃	с	156,16
O	г	160,95	NO	г	210,6
O ₂	г	205,04	S	г	167,7
O ₃	г	238,8	S ₂	г	228,18
			S ₆	г	377,0
			S ₈	г	444,2

лик ёки иш миқдори билан алмашиш жараёни бўлмай-ди) да фақат энергия қиймати ортадиган жараён ва реакцияларгина ўз-ўзидан содир бўлади. Бу қоида термодинамиканинг II қонуни деб ҳам аталади.

ГИББС ЭНЕРГИЯСИ

Кимёвий реакциялар содир бўладиган ҳолда бир вақтнинг ўзида иккита қарама-қарши ҳодиса рўй беради: заррачалар кучли кимёвий боғланиш туфайли бирикиб мураккаб заррачалар ҳосил қиладилар. Мураккаб заррачалар парчаланиб, оддий заррачаларни ҳосил қиладилар. Булардан биринчисида системанинг энтальпияси ва иккинчисида эса энтропияси ўзгаради. Ана шу икки ўзаро қарама-қарши жараёнлар эффектларининг йиғиндиси система (реакция) нинг Гиббс энергияси дейилади. Бу пайтда системанинг температураси ва босими ўзгармас бўлгани учун уни система изобар-изотермик потенциали ўзгариши ҳам дейилади ва ΔG билан белгиланади, унинг ўлчов бирлиги $\text{кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$.

1 моль модданинг стандарт шароитда ҳосил бўлишида реакция изобар-изотермик потенциалининг ўзгариши шу модданинг стандарт ҳосил бўлиш изобар-изотермик потенциали ўзгариши дейилади ва ΔG_{298}^0 кўринишда ёзилади.

Ҳар қандай кимёвий реакция изобар-изотермик потенциалининг ўзгариши— ΔG_{298}^0 (к.р) . қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\Delta G_{298}^0 (\text{к.р}) = \sum \Delta G_{298}^0 (\text{маҳсулот}) - \sum \Delta G_{298}^0 (\text{даст. модда})$$

Бунда: $\sum \Delta G_{298}^0$ (маҳсулот) — реакция натижасида ҳосил бўлган моддалар изобар-изотермик потенциалининг ўзгариши йиғиндиси.

$\sum \Delta G_{298}^0$ (даст. модда.) — реакцияга киришаётган моддалар изобар-изотермик потенциалининг ўзгариши йиғиндиси.

Умуман, системанинг температураси (Т), энтальпия ўзгариши (ΔH), энтропия ўзгариши (ΔS) ҳамда изобар-изотермик потенциали ўзгариши ўртасида қуйидаги боғланиш мавжуд:

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S;$$

Изобар-изотермик потенциалининг қийматига қараб,

стандарт шароитда реакцияларнинг бориш-бормаслиги хусусида хулоса қилинади. Агар кимёвий реакция изобар-изотермик потенциалли ўзгаришининг қиймати

21-жадвал

Айрим моддаларнинг стандарт Гиббс ΔG_{298}^0 энергияси

Моддалар	Агрегат ҳолати	ΔG_{298}^0 кЖ · моль ⁻¹	Моддалар	Агрегат ҳолати	ΔG_{298}^0 кЖ · моль ⁻¹
Ag F	қ	-187,9	HCl	г	-95,1
AgCl	қ	-109,7	HBr	г	-53,5
AgBr	қ	-94,9	HJ	г	+1,3
Ag	қ	-66,3	H ₂ O	г	-228,2
Al(OH) ₃	қ	-1138,6	H ₂ O	с	-237,2
Al ₂ O ₃	қ	-1582,26	H ₂ S	г	-33,3
Al ₂ (SO ₄) ₃	қ	-3100,88	H ₂ Se	г	+71,1
BaCO ₃	қ	-1137,8	H ₂ Te	г	+138,4
BaCl ₂	суюқ	-810,8	HNO ₃	эритма	-110,4
BaSO ₄	қ	-1352,8	H ₂ SO ₄	э	-741,1
BaSO ₄	с	-1311,2	H ₂ SO ₄	қ	-789,1
CF ₄	Газ	-634,7	KF	қ	-537,7
CCl ₄	г	-63,95	KCl	қ	-408,7
CBr ₄	г	+35,9	KCl	э	-413,7
CH ₄	г	-50,81	KBr	қ	-377,3
CO	г	-137,14	KJ	қ	-324,9
CO ₂	г	-394,3	KNO ₃	э	-392,8
CH ₃ OH	с	-163,34	KOH	э	-439,3
CaCO ₃	қ	-1128,8	NaF	қ	-539,2
Ca(OH) ₂	қ	-1118,4	NaCl	қ	-384,1
CaSO ₄	қ	-1319,2	NaCl	э	-392,5
CuF	қ	-209,2	NaBr	қ	-348,6
CuCl	қ	-120,1	NaJ	қ	-285,1
CuBr	қ	-99,5	NaNO ₃	э	-367,8
CuJ	қ	-69,5	NaOH	қ	-380,4
CuSO ₄	қ	-676,4	Na ₂ SO ₄	э	-1260,3
FeCl ₂	қ	-303,4	NaON	э	-147,2
Fe(OH) ₂	қ	-473,1	BaSO ₄	қ	-1353,1
Fe(OH) ₃	қ	-693,9	O ₂	г	-300,1
SO ₃	г	-371,16	FeS	қ	-97,5
HF	г	-269,6			

$\Delta G > 0$ яъни мусбат бўлса, бу реакциялар оддий шароитда ўз-ўзидан боради; агар $\Delta G < 0$, яъни манфий бўлса, бундай реакцияларни оддий шароитда амалга ошириб бўлмайди. Агар $\Delta G = 0$ бўлса, бунда система кимёвий мувозанат ҳолида бўлади.

Айрим моддаларнинг стандарт ҳосил бўлиш Гиббс энергияси ΔG_{298}^0 қуйидаги жадвалда келтирилган.

Энди юқорида айтиб ўтилган тушунчаларга доир бир мисол билан танишиб чиқамиз.

Масала: $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightleftharpoons 6\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}$ реакциянинг ΔS_{298}^0 ҳисоблансин.

Реакция стандарт шароитда борадими?

Ечиш. 20- жадвалда ҳар бир модда учун энтропия қиймати ёзиб оламиз:

$$S_{298}^0(\text{NH}_3) = 192,5 \text{ Ж} \cdot \text{моля}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}, \quad S_{298}^0(\text{O}_2) = \\ = 205,03 \text{ Ж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1},$$

$$S_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) = 188,74 \text{ Ж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}, \quad S_{298}^0(\text{NO}) = \\ = 210,62 \text{ Ж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}.$$

Энди реакция энтропияси ўзгаришини ҳисобласак:

$$\Delta S_{298}^0(\text{к. р.}) = \sum \Delta S_{298}^0(\text{мўҳсулот}) - \sum \Delta S_{298}^0(\text{даст. модда}) = \\ = [6 \cdot S_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) + 4 \cdot S_{298}^0(\text{NO})] + [4 \cdot S_{298}^0(\text{NH}_3) + 5 \cdot S_{298}^0(\text{O}_2)] = \\ = (6 \cdot 188,74 + 4 \cdot 210,6) - (4 \cdot 192,5 + 5 \cdot 205,03) = \\ = 179,69 \text{ Ж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}.$$

Реакциянинг изобар-изотермик потенциали ўзгаришини ҳисоблаймиз: 21- жадвалда берилган моддаларнинг стандарт изобар-изотермик потенциали қийматларидан фойдаланамиз:

$$\Delta G_{298}^0(\text{NH}_3) = -16,64 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}, \quad \Delta G_{298}^0(\text{NH}_3) = 0$$

$$\Delta G_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) = -228,0 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}, \quad \Delta G_{298}^0(\text{NO}) = \\ = +86,69 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$$

Бу қийматларни қуйидаги формулага қўйсак:

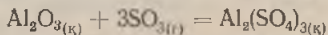
$$\Delta G_{298}^0(\text{к. р.}) = [6 \cdot \Delta G_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) + 4 \cdot \Delta G_{298}^0(\text{NO})] - [4 \cdot \Delta G_{298}^0(\text{NH}_3) + \\ + 5 \Delta G_{298}^0(\text{O}_2)] = [6 \cdot (-228,0) + 4 \cdot 86,64] - [4 \cdot (-16,64) + \\ + 5 \cdot 0] = +954,88 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}.$$

Кўрииб турибдики, $\Delta G_{298}^0(\text{к. р.}) = +954,88 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$,

яъни $\Delta G_{298}^0 > 0$ экан. Шунинг учун бу реакция стандарт шароитда боради.

Энди бир неча мисолларнинг ечими билан танишиб чиқамиз;

1- мисол. Стандарт шароитда газ ҳолдаги SO_3 ва кристалл Al_2O_3 дан кристалл ҳолатидаги $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ҳосил бўлишидаги Гиббс энергияси ΔC_{298}^0 қийматларини топамиз.



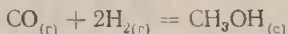
$$\Delta G_{298}^0 (\text{Al}_2\text{O}_3)_{(\text{к})} = -1582,26 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}, \Delta G_{298}^0 (\text{SO}_3)_{(\text{г})} = -371,16 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$$

$\Delta G_{298}^0 (\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)_{(\text{к})} = -3100,88 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$; Тенгламага қийматларни қўйиб чиқамиз:

$$\Delta G_{298}^0 = -3100,88 - (-1582,26) - 3 \cdot 371,16 = -405,14 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1};$$

Шундай қилиб, $\Delta G_{298}^0 < 0$, манфий қийматга эга. Демак, бу реакция стандарт ҳолатда боради.

2- мисол. Стандарт шароитда углерод (II) оксид билан водород ўртасида реакция бориб метил спирт ҳосил бўладими?

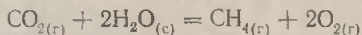


21- жадвалдан $\text{CO}_{(\text{г})}$, $\text{H}_{2(\text{г})}$ ва CH_3OH лар учун ΔG_{298}^0 нинг қийматларини топамиз. Улар: -137 ; 0 ; ва $-163,34 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$ га тенгдир. Бу қийматларни тенгламага қўямиз;

$$\Delta G_{298}^0 = -163,34 - (-137,14) = -26,20 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$$

ΔG_{298}^0 қиймати манфий бўлганлиги учун реакция чапдан унга томон боради.

3- мисол. Стандарт шароитда қуйидаги реакциянинг қайси томонга қараб йўналишини аниқланг.



Бу моддалар учун стандарт Гиббс энергияси: $-394,34$; $-237,2$; $-50,81 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$.

Реакцияни Гиббс энергиясининг ўзгаришини аниқлаймиз:

$$\Delta G_{298}^0 = \Delta G_{298}^0 (\text{CH}_4) = \Delta G_{298}^0 (\text{CO}_2)_{(\text{г})} - \Delta G_{298}^0 (\text{H}_2\text{O})_{(\text{с})}$$

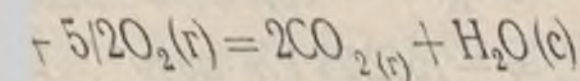
Қийматларни формулага қўйиб ҳисоблаймиз:

$$81 - (-394,3) - 2(-237,2) =$$

$$,89 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}.$$

Шунинг учун реакция фақат ўнгдан
 , яъни карбонат ангидрид ва сув ҳо-
 л қараб боради.

идаги реакция учун стандарт шароитда
 инг ўзгаришини аниқланг:



ияси ΔG_{298}^0 ни аниқлаш учун, аввало реакция-
 ва ΔS_{298}^0 қийматларини ҳисоблаб чиқамиз:
 инг Гиббс энергияси ўзгаришини қуйидаги формула
 ҳисоблаймиз.

$$\Delta G_{298}^0 = \Delta H_{298}^0 - T\Delta S_{298}^0$$

ва 20-жадваллардан энтропия ва энтальпия қийматла-
 ни топамиз:

$$\Delta H_{298}^0(\text{C}_2\text{H}_2) = 226,80 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}, S_{298}^0(\text{C}_2\text{H}_2) =$$

$$= 200,8 \text{ Ж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$$

$$\Delta H_{298}^0(\text{O}_2) = 0 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}, S_{298}^0(\text{O}_2) = 205,03 \text{ Ж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1},$$

$$\Delta H_{298}^0(\text{CO}_2) = -393,62 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1},$$

$$S_{298}^0(\text{O}_2) = 213,6 \text{ Ж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}, \Delta H_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) =$$

$$= -285,91 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}, S_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) = 69,96 \text{ Ж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$$

$$\Delta H_{298}^0 = 2\Delta H_{298}^0(\text{CO}_2) + \Delta H_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_{298}^0(\text{C}_2\text{H}_2) =$$

$$= -2(-393,62) - 285,91 - 226,80 = -$$

$$-1299,95 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$$

$$\Delta S_{298}^0 = 2S_{298}^0(\text{CO}_2) + S_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) - 2,5, S_{298}^0(\text{O}_2) = 2 \cdot 213,6 + 69,96 -$$

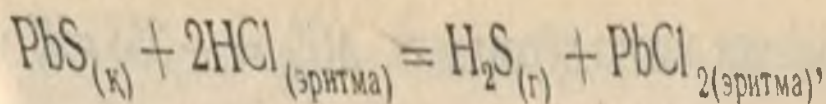
$$-200,8 - 2,5 \cdot 205,03 = -216,21 \text{ Ж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1} \text{ ёки } \Delta S_{298}^0 =$$

$$= -0,2162 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}. \text{ Энди энтальпия ва энтропия}$$

$$\Delta G_{298}^0 = -1299,95 - (-0,2162)298 = -1235 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$$

ΔG_{298}^0 манфий қийматга эга бўлиши реакциянинг ўнг томон-
 га боришидан далолат беради.

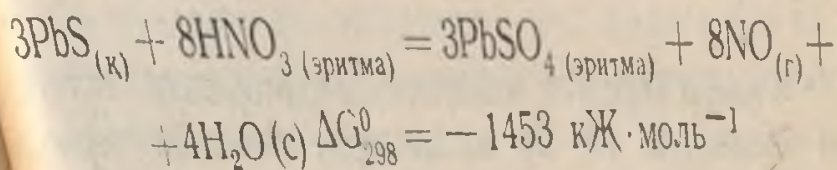
5-мисол. Суюлтирилган хлорид кислота қўрғошин суль-
 фидни эритадими?



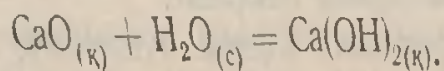
қорида келтирилган схема бўйича ҳисоблар натижаси

$$\Delta G_{298}^0 = +30,9 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1} \text{ эканлигини кўрсатади.}$$

Гиббс энергияси қийматининг мусбат бўлиши қўрғошин
 сульфидни хлорид кислотада эритиб бўлмаслигини
 кўрсатади, аммо қўрғошин сульфид суюлтирилган нит-
 рат кислотада эрийди, чунки: $\Delta G_{298}^0 = -1453,1 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$

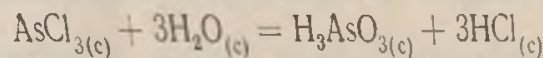
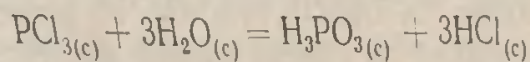


6-мисол. Қуйидаги реакция тўғри йўналишда давом
 берадими?



Гиббс энергиясининг қийматини ҳисоблаганда, у $\Delta G_{298}^0 =$
 $-57,6 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$ эканлиги маълум бўлди. Демак, Гиббс
 энергиясининг қиймати манфий бўлганлиги учун реакция
 тўғри йўналишда давом этади.

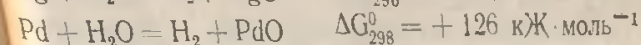
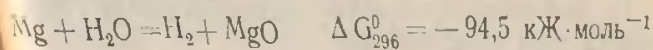
7-мисол. PCl_3 ва AsCl_3 гидролизга учрайдими?



ΔG_{298}^0 — биринчи реакция учун $-278,23 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$ иккинчи
 реакция учун эса $-53,13 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$.

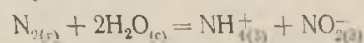
Демак, Гиббс энергиясининг қийматлари ҳар иккала ре-
 акция учун ҳам манфий қийматга эга бўлганлиги PCl_3 ва
 AsCl_3 ларнинг гидролизга учраши мумкин эканлигини ис-
 ботлайди.

8-мисол. Стандарт шароитда реакция қайси томонга қа-
 раб боришини аниқланг.



Биринчи реакция доим чапдан ўнгга томон боради, чунки
 ΔG_{296}^0 нинг қиймати манфийдир. Аммо иккинчи реакция ўнг-
 дан чапга томон боради, чунки ΔG_{298}^0 қиймати мусбатдир.

9-мисол. Тўғридан-тўғри ҳаводаги азотни сувда эритиб
 олиш мумкинми?



Термодинамик анализ кўрсатдики, $\Delta G_{298}^0 = +358 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$
Шунинг учун ҳам бу реакция бормайди. Ҳатто бу реакция
катализатор иштирокида ҳам бормайди, чунки ΔG_{298}^0 нинг
қиймати жуда катта.

5.15- машқлар

6- иловада берилган оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари жадвали ва 19—21- жадвалларда берилган термодинамик катталиклардан фойдаланиб, кимёвий реакциялар тенгламаларини тузинг ва саволларга жавоб беринг: ΔG , ЭЮК, ΔH^0 , ΔS^0 қийматларини аниқланг.

1. H_2SO_4 эритмасига кадмий туширилса, қандай ҳодиса юз беради?

2. Кальций метали BaCl_2 бирикмаси таркибидаги барий ионини қайтара оладими?

3. Агар SnCl_2 нинг сувли эритмасига хлор таъсир эттирилса, қандай ҳодиса рўй беради?

4*. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ва $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ бир нормалли эритмаларидан ташкил топган $\text{Zn}|\text{Zn}(\text{NO}_3)_2||\text{Pb}(\text{NO}_3)_2|\text{Pb}$ элементларининг ЭЮК ни ҳисобланг ва кимёвий реакциялар тенгламаларини тузинг.

5. Суюлтирилган хлорид кислота билан Sn актив реакцияга киришадими ёки Co ?

6. Хлор ёрдамида FeCl_2 ни FeCl_3 гача оксидлантириш мумкинми?

7. Мис металлинини суюлтирилган сульфат кислота билан оксидлаб бўладими?

8. Кислотали муҳитда KMnO_4 , PbI_2 ни оксидлай оладими?

9. Кислотали муҳитда Mn HBr ни оксидлайдими?

10. Кислотали муҳитда газ ҳолдаги кислород FeSO_4 ни $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ гача оксидлайдими?

11. Кислотали муҳитда қўрғошин диоксид билан LiBr ни оксидлаш мумкинми?

12. $\text{PbO}_{2(\kappa)}$, $\text{MnO}_{2(\kappa)}$, $\text{Cl}_{2(\Gamma)}$, $\text{O}_{2(\Gamma)}$ ларнинг оксидловчилик хоссаларини солиштириб кўринг.

13. Хлор газига нисбатан, Mg , Al , Cu ларнинг қай тарувчилик хоссаларини солиштириб кўринг.

Бу масаланинг ечими 7.3- қисмда келтирилган

14. Водород пероксид билан $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ни оксидлаш мумкинми?

15.* Кислотали эритмада FeBr_2 калий перманганат билан оксидланадими?

16. Суюлтирилган HCl ва HNO_3 билан Pb реакция-киришадими?

17. Кислотали муҳитда $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ ни қўрғошин (IV) оксид билан оксидлаш мумкинми?

18. In тузлари эритмаларига туширилган Co ва Cu электродлари ёрдамида тузилган гальваник элементнинг ЭЮК ни ҳисобланг.

19. NiSO_4 эритмасининг электролиз схемасини тузунг, катод ва анодда борадиган кимёвий жараённи ту-унтиринг.

20. ZnCl_2 эритмасига платина электродлари туширилган электролитдан ток ўтказилди. Катод ва анодда борадиган кимёвий жараённи тушунтиринг ва уларнинг тенгламаларини тузинг.

21. Б. С. Якоби томонидан кашф этилган гальванопластика ҳодисаси бўйича темир пластинкаси устига никель билан қоплашга имкон берадиган гальваник элементнинг қизмасини тузинг, катод ва анодда борадиган кимёвий реакцияларнинг тенгламаларини ту-унг.

22. Темирдан ясалган идишга мис сульфат тузи эритмасини қуйганда қандай жараён рўй беради. Кимё-вий реакция тенгламасини тузинг.

23. Алюминий фторидни магний билан қайтариш реакцияси тенгламасини охирига етказинг.



24. Алюминийдан ясалган идишда Na_2CO_3 билан темир кийимларни солиб қайнатса нима бўлади? Тегишли реакция тенгламаларини тузинг.

25. Темир (III) хлорид эритмаси нима учун руҳдан ясалган идишда эмас, балки мисдан ясалган идишда оксидланиши мумкин?

26. $\text{Ni}|\text{Ni}^{2+}$ ва $\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}$ жуфтлари асосида гальваник элементнинг ЭЮК ни ҳисобланг. Кимёвий реакция тенгламаларини тузинг.

27. ЭЮК максимум қийматга эга бўлган қандай металл жуфтларидан гальваник элемент тузиш мумкин?

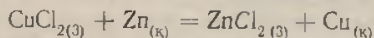
28. In ли эритмаларга туширилган руҳ ва темир пластинка электродларидан иборат гальваник элемент

тузилган. Шу элементнинг ЭЮК ни аниқланг ва кимёвий реакция тенгламаларини тузинг.

29.* Мис бирикмалари таркибидан мис ионини сепарация билан қайтариш мумкинми?

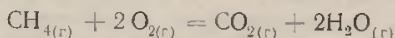
30. Этилен (г), сув буғи (г) реакциялари натижасида этил спирти буғи ҳосил бўлиш жараёни учун ΔG_{298}^0 қийматини ҳисобланг. $\Delta G_{298}^0 [C_2H_5OH(g)] = -168,04 \text{ кЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$ га тенг.

31. Қуйидаги тенглама бўйича реакциянинг иссиқлик эффектини ҳисобланг:



руҳ ва мис хлоридларнинг ҳосил бўлиш иссиқлиги: 478,2 кЖ — 262,3 кЖ · моль⁻¹ га тенг.

32. Қуйидаги реакция тенгласи бўйича стандарт шартларда ΔS_{298}^0 ўзгаришини аниқланг.



33. Қуйидаги кимёвий реакция бўйича ишлайдиган гальваник элемент

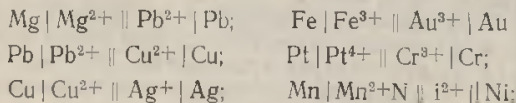
$Zn + Hg_2SO_4 = ZnSO_4 + 2Hg$ учун ЭЮК қиймати 1,4208В Унинг ΔG_{298}^0 қийматини аниқланг.

34. Қуйидаги схемалар билан ифодаланган гальваник элементларда электронлар ўтказгич орқали қайси томонга ҳаракат қилишини кўрсатинг:

- а) $Mg | Mg(NO_3)_2 || Pb(NO_3)_2 | Pb$
- б) $Pb | Pb(NO_3)_2 || Cu(NO_3)_2 | Cu$
- в) $Cu | Cu(NO_3)_2 | AgNO_3 | Ag$

Электродлардан қайси бири анод ва қайси бири катод бўлади? Электродларда борадиган жараёнларнинг электрон тенгламаларини тузинг.

35. Схемалари қуйида келтирилган гальваник элементларнинг электродларида содир бўладиган жараёнларнинг электрон тенгламаларини ёзинг.



гальваник элементларда қайси электродлар анод қайси электродлар катод бўлади?

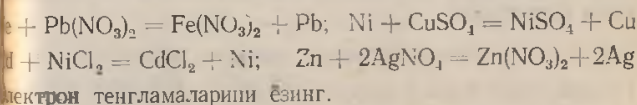
36. Аноди руҳ бўлган гальваник элемент схемасини ёзинг. Электродларда борадиган жараёнларнинг электрон тенгламаларини ёзинг.

37. Бирида катоди кадмий, иккинчисида эса аноди кадмий бўлган иккита гальваник элементнинг схемаларини тузинг. Электродларда содир бўладиган жараёнларнинг электрон тенгламаларини ёзинг.

38. Бирида мис катод, иккинчисида мис анод бўлган иккита гальваник элементнинг схемаларини тузинг. Электродларда содир бўладиган жараённинг электрон тенгламаларини ёзинг.

39. Гальваник элементларнинг бирида никель катод, иккинчисида эса анод вазифасини бажаради. Шу элементнинг гальваник элементнинг схемаларини тузинг. Электродларда борадиган жараёнларнинг электрон тенгламаларини ёзинг.

40. Иш жараёнида қуйидаги реакциялар содир бўладиган гальваник элементларнинг схемаларини тузинг:



Электрон тенгламаларини ёзинг.

6. КИМӨВИЙ ТЕНГЛАМАЛАР ТУЗИШ БУЙИЧА МАШҚЛАР

Кимёвий тенгламаларни тузишга киришиш учун моддаларнинг бир ҳолатдан бошқа ҳолатга ўтиши ҳақидаги қонун ва қоидаларни, кимёвий реакцияларнинг бориш шарт-шаронтларини билмоқ зарур.

Умумий ва анорганик кимёнинг назарий асослари реакцияга киришувчи моддаларнинг қандай кимёвий ҳолатларга эга эканлигини, реакцияларнинг бориш шарт-шаронтларини, унинг йўналишини чуқур ва аниқ қилиб тушунириб беради. Шунингдек реакциянинг чап ва оғир томонига қайси моддаларнинг формулалари ёзилиши ҳақидаги маълумотларга эга бўлиш керак. Кимёвий реакцияларнинг техникада ва амалий машғулотлардаги аҳамиятини тушуниш, тенгламаларни тузриш ва аниқ тузабилиш, уни ўқийбилиш албатта зарурдир.

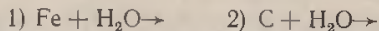
Шуни уқтириб айтамызки, талабаларнинг ўз устидан мустақил ишлаши, машқларни тушунган ҳолда бажаришлари, уларнинг фикрлаш қобилиятларини оширади. Натижада фанга илмий ёндошишга олиб келади. Мододаларнинг структура ва фазовий формулаларини ёза билиш кимёвий саводнинг аломати ҳисобланади.

6.1. ВОДОРОД, КИСЛОРОД, ВОДОРОД ПЕРОКСИД

1. Лабораторияда ўтказиладиган амалий машғулотларда водородни металлларга суюлтирилган кислоталар, сув ва баъзан ишқорлар таъсир қилиб олинади. Оксидлари амфотер хоссага эга бўлган элементларнинг ишқорлар билан таъсирлашиш реакция тенгламаларини тузинг.

2. Оксидланиш қайтарилиш потенциаллари жадвалдан фойдаланиб, қайси металллар кислоталардан водородни сиқиб чиқарадию ва қайсилари водородни сиқиб чиқараолмаслигини аниқланг, бир неча тенгламалар тузинг.

3.* Қуйидаги водород олиш реакцияси тенгламаларини тугалланг:



Реакциянинг бориш шароитини кўрсатинг ва кимёвий мувозанат константаси тенгламасини тузинг.

4. Водороднинг қайтарувчилик ва оксидловчилик хоссасига таалуқли бўлган реакция тенгламаларини тузинг.

5. Лабораторияда кислородни кислород тутган бирикмаларни парчалаб олиш усулларидан фойдаланилади. Бертоле тузи, калий перманганат, калий нитрат, калий бихроматни парчалаб кислород олиш реакцияси тенгламаларини тузинг.

6. Сульфат кислота иштирокида сувни электролиз қилиб кислород олиш реакцияси тенгламасини тузинг.

7. Металлмасларнинг кислород билан оксидланиш реакцияси тенгламаларини ёзинг.

8. Ҳavo кислороди ёрдамида литий, барий ва ванадий мултларнинг оксидланиш реакциялар тенгламаларини ёзинг.

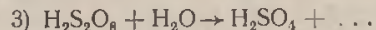
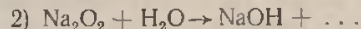
9. Оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари жадвали асосида энг кучли оксидловчиларни аниқланг: к

родми ёки озон? Кислород ва озоннинг оксидловчиликка доир реакция тенгламаларини тузинг.

10*. Калий йодиднинг сувли эритмасини озон билан ишлаш реакцияси тенгламасини тузинг.

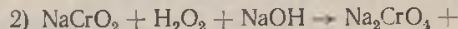
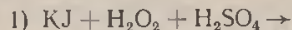
11. Бир ҳажм кислород ва икки ҳажм водород арашмасининг ёниши натижасида нима ҳосил бўлади? Реакция тенгламасини тузинг.

12. Қуйидаги водород пероксидни олиш реакциялар тенгламаларини тугалланг:

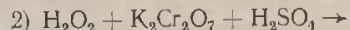


Бир реакциянинг амалий аҳамиятини ва уларнинг бош шароитларини кўрсатинг.

13*. H_2O_2 оксидловчи вазифасини ўтаган қуйидаги кимёвий реакцияларни тугалланг:



14*. H_2O_2 қайтарувчилик хоссасини намоён қилган қуйидаги реакцияларни тугалланг:



15. Реактив ёқилғиси сифатида гидразин (N_2H_4) ва водород пероксид (H_2O_2) қўлланилади. Улар иштирокида реакция тенгламаларини тузинг.

16. 98% ти метан бўлган бир ҳажм табиий газни тўла ёндириш учун қанча кислород сарф бўлади?

17. 1 кг кислород кўп ҳажмни эгаллайдими ёки 1 кг водородни?

18. Озон нима учун дезинфекциялаш хоссасига эга? Тасланган жавоб беринг.

19. Водород пероксид ионларга қандай диссоциацияди. Реакция тенгламасини ёзинг.

20. Барий пероксид билан сульфат кислота орасида ёрадиган реакция тенгламасини ёзинг.

21. Водород пероксид билан йодид кислота орасида ёладиган реакциянинг тенгламасини ёзинг. Эритма

нима учун сариқ тусни олади, крахмал қўшилганда нима учун эритма кўкаради?

22. Қўрғошин сульфиддан иборат қора чўкмага дорид пероксид қўшилганда қўрғошин сульфат ҳосил бўлади ва чўкма оқаради. Реакция тенгламасини тузинг.

6.2. ИШҚОРИЙ МЕТАЛЛАР

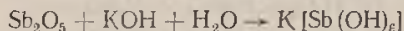
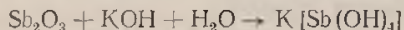
1. Ишқорий металллар сув, кислород ва кислоталар хлорид, сульфат, нитрат кислоталар билан қандай реакцияга киришади? Реакция тенгламаларини тузинг.

2. Литий, натрий, калий, рубидий ва цезийларни эркин ҳолда олиш реакция тенгламаларини тузинг. Реакцияларнинг бориш шароитларини кўрсатинг.

3. Рубидий билан бром, цезий билан селен, франций билан олтингугурт, литий билан азот, калий билан водород ўртасидаги кимёвий реакция тенгламаларини тузинг.

4. Қуйидаги тузларнинг гидролиз реакция тенгламаларини ёзинг: Na_2Se , CH_3COOK , NaHCO_3 .

5. Сурьма оксидлари Sb_2O_3 ва Sb_2O_5 ишқорларнинг эритмаларида эрийди. Реакция тенгламаларини тугалланг:

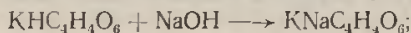
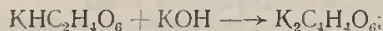


6. Натрий тузи эритмаси (масалан, CH_3COONa) устига мўл миқдорда иккиламчи уранилацетат (UO_2)₃ $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ қўшилса, сариқ кристалл чўкма (UO_2)₃ $\text{ZnNa}(\text{CH}_3\text{COO})_6 \times 6\text{H}_2\text{O}$ ҳосил бўлади. Ҳосил бўлган модданинг номини айтинг ва реакция тенгламасини тузинг.

7. Калий хлорид билан вино кислотаси ўртасидаги реакция тенгламасини тузинг ($\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ таркибли оқ кристалл чўкма тушади),

8°. KNO_3 тузи эритмасини $\text{Na}_2[\text{Co}(\text{NO}_2)_5]$ эритмаси устига қуйилса, сариқ кристалл чўкма $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ тушади, агар шу чўкма устига мўл миқдорда KNO_3 эритмасидан қўшилса, $\text{K}_2[\text{Co}(\text{NO}_2)_5]$ чўкади. Тегишли реакция тенгламаларини ёзинг.

9. Реакция тенгламаларини тугалланг:

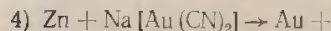
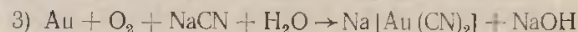
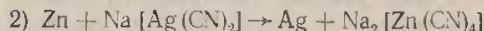
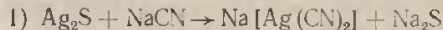


10°. Na_2O_2 ва CO_2 ўртасида содир бўладиган реакция тенгламасини тузинг.

6.3. МИС, КУМУШ, ОЛТИН

1. Техникада мис қандай усуллар билан олинади? Реакция борадиган шароитни кўрсатинг ва реакция тенгламаларини тузинг.

2. Кумуш ва олтин олишда қўлланадиган қуйидаги цианид усули буйича борадиган реакциялар тенгламаларини тугалланг:



3. Мис, кумуш ва олтиннинг сувга, кислотадга, ҳавога, кислота ва ишқорларга муносабати қандай? Тегишли реакция тенгламаларини ёзинг.

4. Мис сульфатга натрий гидроксид таъсир этганда нима ҳосил бўлади?

Реакция тенгламасини ёзинг?

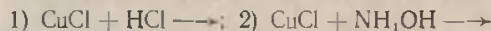
5. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ни кислота ва ишқорлар билан бўлган реакция тенгламаларини ёзинг.

6. Агар ҳаворанг ($\text{Cu}(\text{OH})_2$) чўкмаси қиздирилса нима ҳосил бўлади? Реакция тенгламасини ёзинг.

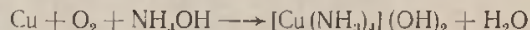
7. Cu_2O қандай йўл билан олинади? Реакция тенгламасини ёзинг.

8. CuCl_2 ва Cu металидан фойдаланиб, қандай қилиб CuCl ҳосил қилиш мумкин?

9*. Реакциялар тенгламаларини тугалланг:



10. Реакциялар тенгламаларини охиригача етказинг ва ҳосил бўлган модда номини айтинг:



11. Кумуш хлориднинг аммиакда эриш реакцияси тенгламасини ва нитрат кислота таъсир этганда, яна қайта кумуш хлорид ажралиб чиқиш реакциялари тенгламаларини ёзинг.

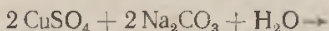
Реакцияларнинг бориш шароитини тушунтиринг.

12. AgCl , AgBr ва AgI ларнинг ҳосил бўлиш реакция

тенгламаларини ёзинг. Улардан қайсилари натрий тиосульфатда эрийди.

13. CuSeO_4 , CuCl_2 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ тузлари эритмаларининг гидролиз реакциялари тенгламаларини ёзинг.

14.* CuSO_4 эритмаси устига Na_2CO_3 эритмасини қуйганда яшил рангдаги миснинг асосли тузи чўкмаси ҳосил бўлади. $[\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ нинг ҳосил бўлиш реакция тенгламасини ёзинг:

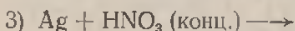
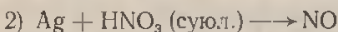
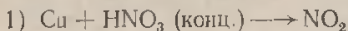


15. Мисдан ясалган қадимий буюмларда яшил рангли мис гидроксокарбонат ҳосил бўлишини кўриш мумкин. Унинг ҳосил бўлиш реакция тенгламасини ёзинг.

16. Cu_2S ва Ag_2S нинг ҳосил бўлиш реакциялари тенгламаларини ёзинг. Реакция борадиган шароитни кўрсатинг.

17. CuSO_4 нинг суюлтирилган эритмасига калий йод эритмасини қуйганда CuI билан бирга эркин ҳолда йод ажралиб чиқади. Реакция тенгламасини ёзинг.

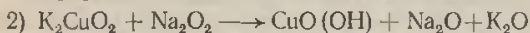
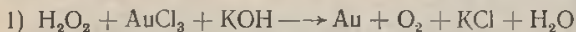
18. Қуйидаги реакция тенгламаларини охприга етказинг:



19. CuO нинг метил ва этил спиртлари билан қайтарилиши реакцияси тенгламаларини ёзинг. Бунда метил спиртидан формальдегид ва этил спиртидан эса сирка альдегид ҳосил бўлади.

20.* Агар AgNO_3 эритмаси устига томчилаб суюлтирилган NH_4OH эритмаси қуйиб борилса, аввал чўкма ҳосил бўлиб, шу чўкма устига бир неча томчи 10% ли формалин эритмаси, 10% ли глюкоза эритмаси ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) ёки калий натрий тартрат тузи ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$) эритмаларидан қуйиб борилса ва аста-секин қиздирилса, пробирканинг ички девори металл ҳолидаги ялтироқ кумуш билан қопланади. Содир бўладиган реакциялар тенгламаларини ёзинг.

21. Қуйидаги реакцияларнинг бориш шароитини кўрсатинг, уларни тенгламаларини тугалланг:



22. Оксидланиш-қайтарилш потенциаллари жадвалга асосланиб Cu^+ , Cu^{2+} , Ag^+ , Au^{3+} каби ионлар орасидаги кучсиз ва кучли оксидловчи ионларни аниқланг ва уларни оксидловчилик хоссаларининг ортиб бориш тартиби бўйича жойлаштиринг.

23. Юқоридаги жадвал бўйича қайси кислоталар Cu , Ag , Au металлларни оксидлай олишини айтинг.

24. Фотографияда қўлланиладиган суратларни кўринадиган ва турғун ҳолатга келтирадиган жараёнларнинг кимёвий реакция тенгламаларини ёзинг.

25.* Кумушдан ясалган буюмларнинг ҳавода қорайишини қандай тушунасиз. Реакция тенгламасини ёзинг.

26. Кумуш нитрат тузига ишқор таъсир этиб нима учун кумуш гидроксидини ҳосил қилиб бўлмайди? Жавобингизни содир бўладиган реакцияларнинг тенгламаларини тузиш билан исбот қилинг.

27. Cu_2O ва CuO ни сувда эритиб мис гидроксидларини олиб бўладими? Мис гидроксиди ишқор ва кислота эритмалари билан кимёвий реакцияга киришади-ми? Реакция тенгламасини ёзинг.

6.4. БЕКИЛЛИЙ, МАГНИЙ ВА ИШҚОРИЙ-ЕР МЕТАЛЛАР

1. Бериллий, магний ва ишқорий-ер металлларнинг сувга, ҳаво кислотородига, кислота ва ишқорларга муносабати қандай? Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

2. Ca ва Mg га нисбатан Sr , Ba , Ra лар сув билан нима учун шиддатли реакцияга киришадилар. Реакция тенгламаларини ёзинг.

3. Техникада бериллий, магний ва ишқорий-ер металлларнинг олиниш реакция тенгламаларини ёзинг. Реакция борадиган шароитни кўрсатинг.

4. Магний гидроксидга NH_4Cl ва бериллий гидроксидига эса кислота ёки ишқор эритмаси таъсир этганда нима ҳосил бўлади? Тегишли реакция тенгламаларини тузинг.

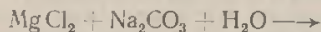
5*. $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ эритмасига Na_2CO_3 эритмаси қуйилганда чўкма ҳосил бўлади. Агар шу чўкма устидан карбонат ангидрид газини ўтказсак, нима ҳосил бўлади. Тегишли реакция тенгламаларини ёзинг.

6. MgNH_4PO_4 тузининг ҳосил бўлиш реакция тенгламасини ёзинг.

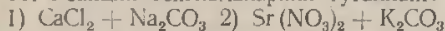
7. $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Sr}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $\text{Ra}(\text{OH})_2$ ларнинг ҳосил бўлиш реакция тенгламаларини ёзинг.

8. Агар оҳақли сув эритмаси ёки барий гидроксид қўшилган сувга карбонат ангидрид юборилса, нима ҳосил бўлади? Реакция тенгламаларини ёзинг.

9. Магнийнинг бирор эрувчан тузи (масалан, MgCl_2) устига оз-оздан Na_2CO_3 эритмасидан қўшиб борсақ магнийнинг асосли карбонат тузи ҳосил бўлади. Тегишли реакция тенгламасини ёзинг ва уни тугалланг:



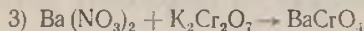
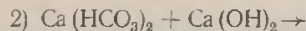
10. Реакция тенгламаларини тугалланг:



11. Кальций хлорид, барий нитрат ёки стронций хлоридларнинг тўйинган эритмаларни устига CaSO_4 эритмаси қўйилса нима ҳосил бўлади?

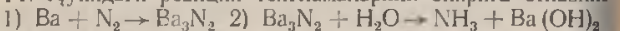
Тегишли реакция тенгламаларини ёзинг.

12. Қуйидаги реакция тенгламаларини охирига етказинг ва ҳосил бўлган маҳсулотларнинг номини айтинг:



13. Кальцийнинг суюлтирилган ва концентрилган HNO_3 ва H_2SO_4 кислоталари билан таъсирланиш реакция тенгламаларини ёзинг.

14. Қуйидаги реакция тенгламаларини охирига етказинг:



15. Нима учун магний сувнинг водород иони ёрдамида оксидланиши жараёнида NH_4Cl ёки CuCl_2 қатнашмаса охиригача бормайди?

Реакция тенгламаларини ёзиб исботланг.

16.* Кальций гидрид ҳавода ёниши натижасида ёки сув билан кимёвий реакцияга киришганда қандай жараёнлар рўй бериши мумкин?

Тегишли реакция тенгламаларини ёзинг.

6.5. РУХ, КАДМИЙ, СИМОБ

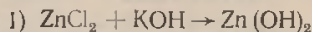
1. Д. И. Менделеев даврий системаси ва оксидланиш-қайтарлиш потенциаллари жадвалларидан фойдаланган ҳолда Zn , Cd ва Hg ларнинг ҳоссаларига қисқа тавсиф бериш.

2.* Агар металл ҳолидаги симоб таркибида эриган рух, қалай ва қўрғошин бўлса, уларни симобдан ажратиш учун симоб сульфатининг тўйинган эритмасига солиб яхшилаб чайқатилади. Бунда қандай ҳодиса рўй беради?

Тегишли реакция тенгламаларини ёзинг.

3. Саноатда рух, кадмий ва симоб олиш реакция тенгламаларини ёзинг. Реакция борадиган шароитни кўрсатинг.

4. Қуйидаги реакция тенгламаларини тугалланг:

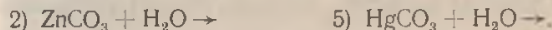
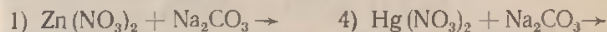


5. Рух гидроксиднинг кислота ва ишқор билан реакция тенгламасини ёзинг:

6. HgCl_2 (сулема), Hg_2Cl_2 (каломел) ларнинг олиниш реакция тенгламаларини ёзинг.

7. ZnSO_4 , CdSO_4 , HgSO_4 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ ларнинг гидролизланиш реакция тенгламаларини ёзинг.

8. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ларнинг Na_2CO_3 ёки K_2CO_3 лар билан булган реакцияси натижасида гидроксокарбонатлар ҳосил бўлади. Қуйидаги реакция тенгламаларини тугалланг:

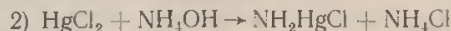
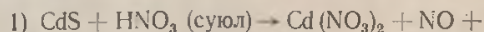


9. CdSO_4 ва K_2CO_3 ўртасидаги реакция тенгламасини ёзинг.

10. Рух ва симобнинг асосли тузлари билан HCl ва HNO_3 ўртасидаги реакция тенгламаларини ёзинг.

11. ZnS , CdS , HgS олиниш реакция тенгламаларини ёзинг.

12. Қуйидаги реакция тенгламаларини тугалланг:



Ҳар бир реакциянинг бориш шароитларини кўрсатиб, ҳосил бўлган моддаларнинг номларини айтинг.

13. Агар ZnSO_4 , CdSO_4 , ва $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ тузларининг эрит-

маларига аввал томчилаб, сўнгра мўл ҳолда концентрланган аммиак эритмаси қуйилса, комплекс бирикмалар ионлари: $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$, $[Cd(NH_3)_4]^{2+}$ ва $[Hg(NH_3)_4]^{2+}$ ҳосил бўлади. Тегишли реакция тенгламаларини ёзинг.

14*. $K_2[HgJ_4]$ (Несслер реактиви) нинг ишқорли эритмаси аммоний ионини топиш учун асосий реактивдир. Қуйидаги реакция тенгласини тугалланг: $K_2[HgJ_4] + KOH + NH_3 \rightarrow$

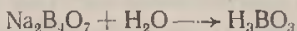
6.6. БОР, АЛЮМИНИЙ ВА СКАНДИЙ ГРУППАЧАСИДАГИ ЭЛЕМЕНТЛАР

1. Оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари жадвали бўйича бор ва алюминийнинг сувга, кислородга, кислота ва ишқорларга бўлган муносабатини тушунтиринг. Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини ёзинг.

2. Алюминийнинг қайси табиий бирикмасидан алюминий ажратиб олинади. Анод ва катодда бўладиган ўзгаришларининг кимёвий реакциялар тенгламаларини ёзинг.

3. Ортоборат кислотанинг олиниш реакция тенгласини ёзинг.

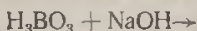
4. Танакорнинг гидролизланиш реакцияси тенгласини ёзинг:



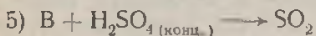
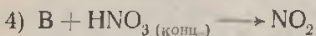
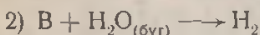
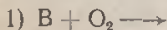
5. Ортоборат кислотани аниқлаш реакция тенгласини ёзинг.

6. Танакор билан Co^{+2} , Cr^{3+} , Mn^{2+} ионлари ўртасидаги реакция асосида мунчоқлар ҳосил бўлиш реакция тенгламаларини ёзинг.

7. Борат кислотани ўювчи натрий билан нейтралланиш реакция тенгласини ёзинг:



8. Қуйидаги реакциялар тенгламаларини охирига етказинг:



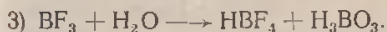
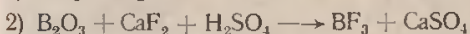
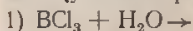
Реакциянинг бориш шароитини ва янги ҳосил бўлган моддаларнинг номини ёзинг.

9. Мета- ва тетраборат кислоталарининг структура формулаларини ёзинг.

Реакция тенгламаларини тузинг.

10. B_2H_6 ва B_4H_{10} ларнинг олиниш реакция тенгламаларини, шунингдек уларнинг структура формулаларини ёзинг.

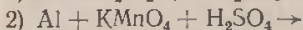
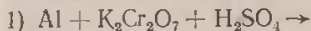
11. Қуйидаги реакция тенгламаларини тугалланг:



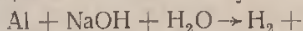
Реакциянинг бориш шароитларини ва ҳосил бўлган маҳсулотларининг номини айтинг.

12. HCl , H_2SO_4 , HNO_3 ларнинг суюлтирилган эритмалари билан алюминий ўртасидаги реакция тенгламаларини ёзинг.

13. Қуйидаги реакцияларнинг тенгламаларини тугалланг:



14. Алюминий билан натрий ишқори эритмаси орасидаги реакция тенгламасини тугалланг:



15. $Al(OH)_3$ нинг олиниш реакциясини ва унинг KOH , H_2SO_4 билан реакция тенгламаларини ёзинг.

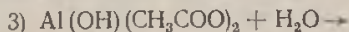
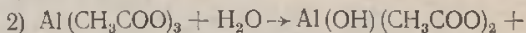
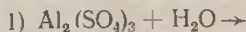
16. Нима учун $AlCl_3$ эритмасига кристалл ҳолидаги K_2CO_3 таъсир эттирилганда CO_2 ажралади? Реакция тенгламасини ёзинг.

17. Ўт учиришда ишлатиладиган $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24 H_2O$ тузга сода қўшилади. Улар орасидаги реакция тенгламасини ёзинг.

18. $Al_2(SO_4)_3$ эритмасига мўл миқдорда NH_4OH ёки $NaOH$ эритмаси қўшилганда турли натижалар кузатилади. Буни қандай тушунтириш мумкин.

Реакция тенгламаларини ёзинг.

19. Қуйидаги гидролиз реакциялари тенгламаларини ёзинг:



20*. KClO_3 , Na_2O_2 ва KMnO_4 билан алюминий қиздирилганда содир буладиган реакция тенгламаларини ёзинг:

- 1) $\text{Al} + \text{KClO}_3 \rightarrow$
- 2) $\text{Al} + \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow$
- 3) $\text{Al} + \text{KMnO}_4 \rightarrow$

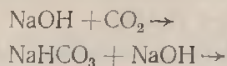
21. Қуйида ҳосил буладиган моддаларнинг номларини айтинг:

- 1) $\text{Sc} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2 +$
- 2) $\text{Y} + \text{HCl} \rightarrow$
- 3) $\text{La} + \text{Cl}_2 \rightarrow$
- 4) $\text{La} + \text{N}_2 \rightarrow$
- 5) $\text{La} + \text{H}_2 \rightarrow$

6.7. УГЛЕРОД, КРЕМНИЙ, ҚАЛАЙ, КҮРҒОШИН ВА ТИТАН ГРУППАЧАСИДАГИ ЭЛЕМЕНТЛАР

1. Карбонат ангидридни олиш реакциялари тенгламаларини ёзинг.

2. Реакция тенгламаларини охирига етказинг ва ҳосил бўлган моддаларнинг номларини ёзинг:



3. Ут ўчиргич ускуна концентрланган NaHCO_3 ва концентрланган H_2SO_4 эритмаси билан тўлдирилган. Уларнинг ўзаро бир-бири билан реакцияга киришиши натижасида қандай моддалар ҳосил бўлади. CO_2 гази қандай вазифани бажаради? Реакция тенгламаларини ёзинг.

4. Барий гидроксиди (барий суви) билан углерод (IV) оксид орасидаги реакция тенгламасини ёзинг.

5. Агар карбонат ангидридга ёниб турган магний лентаси киритилса нима ҳосил бўлади? Реакция тенгламасини ёзинг.

6. Никель ва кобальтнинг асосли тузларининг олиниш реакция тенгламаларини ёзинг.

7. Ис газининг олиниш реакция тенгламасини ёзинг.

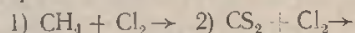
8. Углерод (II) оксид металларни уларнинг бирикмаларидан қайтариши мумкин. Қуйидаги реакция тенгламаларини тугалланг:

- 1) $\text{CO} + \text{PdCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Pd} + \text{CO}_2 + \text{HCl}$
- 2) $\text{CO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{Ag} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3$

Иккала реакцияда эркин ҳолдаги металлларнинг қора рангли чўкмаси ҳосил бўлиши сабабли бу жараён сифат реакцияси ролени бажаради.

9. Лаборатория ва саноатда метан олиш реакция тенгламаларини тузинг.

10. Қуйидаги CCl_4 ҳосил қилиш жараёнининг реакция тенгламаларини ёзинг:



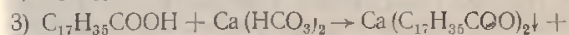
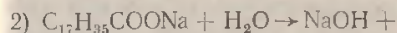
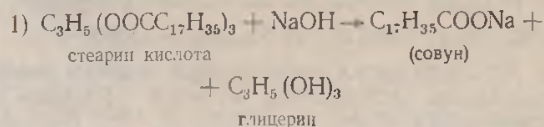
11. Бромли сув солинган идиш орқали CO_2 , N_2 , O_2 таралашмаси ўтказилди.

Эритмадан ютилмай чиққан газлар қайсилар? Реакция тенгламаларини ёзинг.

12. Реакциялар тенгламаларини охирига етказинг ва солинган маҳсулотларнинг номини айтинг:

- 1) $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightarrow$
- 2) $\text{CS}_2 + \text{K}_2\text{S} \rightarrow$
- 3) $\text{CO} + \text{S} \rightarrow$
- 4) $\text{Fe} + \text{CO} \rightarrow$
- 5) $\text{BaCS}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

13. Совун Na ёки K нинг стеарин ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$) кислотаси билан ҳосил қилган тузидир. Реакция тенгламаларини тугалланг:

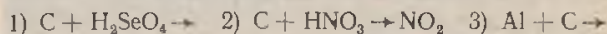


бу реакцияларнинг аҳамиятини тушунтиринг.

14. а) Кальций карбиднинг олиниш реакция тенгламасини, б) унинг сув билан таъсирлашиш реакция тенгламасини ёзинг.

15. Пробиркаларга NaOH , NaHCO_3 , Na_2CO_3 каби моддалар солинган. Қандай реакциялар ёрдамида уларни бир-биридан фарқлаш мумкин. Тегишли реакция тенгламаларини ёзинг.

16. Реакция тенгламаларини охирига етказинг:



Бу реакцияларнинг аҳамиятини ва ҳосил бўлган моддаларнинг номларини ёзинг.

17. Қуйидаги реакцияларнинг аҳамиятини ва янги ҳосил бўлган моддаларнинг номларини кўрсатиб, реакция тенгламаларини тугалланг:

- 1) $\text{CO} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{HCN}$
- 2) $\text{Ca}(\text{CN})_2 + \text{C} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaCN} + \text{CaCO}_3$
- 3) $\text{Ca}(\text{CN})_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCN})_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$

18. Реакция тенгламаларини тугалланг:

- 1) $\text{C}_6\text{H}_{14} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{13}\text{NO}_2 +$
гексан нитрогексан
- 2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOAg} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} +$
кумуш пропионат бромэтил

19. Кремний олиш реакция тенгламаларини ёзинг. Реакциянинг бориш шароитини ва ҳар бир реакциянинг моҳиятини тушунтиринг.

20. SiO_2 ва NaOH дан фойдаланиб, натрий метасиликатни олиш реакция тенгламасини тузинг.

21. Метакремний кислотасини олиш реакция тенгламасини тугалланг:

- 1) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{HCl}$ (конц) \rightarrow
- 2) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

22. Реакция тенгламаларини охирига етказинг:

- 1) $\text{H}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$
- 2) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{AgNO}_3 \rightarrow$

23. FeSiO_3 ни ҳосил қилиш учун қандай кимёвий бирикмалардан фойдаланиш мумкин? Реакция тенгламасини тузинг.

24. Натрий метасиликат Na_2SiO_3 ва кальций ортосиликат (Ca_2SiO_4) гидролизга учрайдилар. Уларнинг бири-ринчиси гидролизланганда натрийбисиликат ($\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$) ҳосил бўлади. Иккинчиси гидролизланганда эса кальций метасиликат (CaSiO_3) ҳосил бўлади. Реакция тенгламаларини ёзинг; $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ нинг структура формуласини ёзинг.

25. Қуйидаги магний силицид Mg_2Si , силан (SiH_4), кремний (IV) оксид (SiO_2) ва гексафторсиликат кислотани олиш реакция тенгламаларини ёзинг.

- 1) $\text{Mg} + \text{Si} \rightarrow$
- 2) $\text{Mg}_2\text{Si} + \text{HCl} \rightarrow$
- 3) $\text{SiH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SiO}_2$
- 4) $\text{SiO}_2 + 2\text{F}_2 \rightarrow \text{O}_2$
- 5) $\text{H}_2\text{F}_2 + \text{SiF}_4 \rightarrow$

26. Оддий шиша олиш реакция тенгламасини тугалланг:

- 1) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$
(ёки $\text{Na}_2\text{CaSi}_6\text{O}_{14}$)

- 2) $\text{C} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 +$

Реакциянинг бориш шароитини ва ҳар бир реакциянинг моҳиятини ва аҳамиятини тушунтиринг.

27. Плавик кислотада шишани эриш реакция тенгламасини тугалланг:

- $\text{Na}_2\text{CaSi}_6\text{O}_{14} + 28\text{HF} \rightarrow \text{NaF} + \text{CaF}_2 + \text{SiF}_4 +$

28. Реакция тенгламаларини тугалланг:

- 1) $\text{Si} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 +$
- 2) $\text{C} + \text{SiO}_2 + \text{SiC} \rightarrow$

Реакцияларнинг бориш шароитини ва уларнинг моҳиятини тушунтиринг.

29. Реакция тенгламасини тугалланг:

- $\text{C} + \text{SiO}_2 + \text{Cl}_2 + 20,9 \text{ кЖ} \rightleftharpoons \text{SiCl}_4 + \text{CO}$

Реакциянинг бориши учун керакли ва кимёвий мувозанатни силжитувчи омилларни кўрсатинг.

30. Қуйидаги реакцияга киришувчи ва янги ҳосил бўлган моддаларнинг номларини айтиб, реакция тенгламаларини тугалланг:

- 1) $\text{SiCl}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 +$
- 2) $\text{SiF}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{SiF}_6$
- 3) $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_4\text{SiO}_4 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

31. Қўрғошин ва қалайнинг кислоталар таъсирида оксидланиш реакция тенгламасини тугалланг:

- 1) $\text{Sn} + \text{H}_2\text{SeO}_4$ (суял) \rightarrow
- 2) $\text{Pb} + \text{H}_2\text{SeO}_4$ (конц) \rightarrow
- 3) $\text{Sn} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (конц) $\rightarrow \text{SO}_2 + \text{Sn}(\text{SO}_4)_2 +$
- 4) $\text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (конц) $\rightarrow \text{SO}_2 + \text{Pb}(\text{HSO}_4)_2 +$

32. Pb ва Sn ишқорларнинг сувли эритмаларида қиздирилганда содир бўладиган кимёвий реакция тенгламаларини тузинг.

33. Бир эритмада SnCl_2 ва FeCl_3 , FeCl_2 ва $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ иргаликда бўлиши мумкинми? Тегишли реакция тенгламаларини ёзинг:

34. $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ва $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ларнинг олиниши, уларнинг H_2SO_4 ва NaOH билан реакция тенгламаларини ёзинг.

35*. Na_2SnO_2 билан $\text{Bi}(\text{OH})_3$ эритмада реакцияга киришганда Sn^{+2} ва Bi^{+3} ионлари қандай хоссага эга бўлади? Реакция тенгламаларини ёзинг:

36. Лаборатория шароитида SnS , PbS , PbS_2 ларни қандай олиш мумкин?

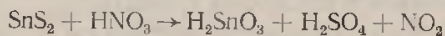
Реакция тенгламаларини тузинг.

37. SnS билан $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$ ўртасидаги кимёвий реакция тенгламасини тузинг. Реакция натижасида $(\text{NH}_4)_2\text{SnS}_3$ ҳосил бўлишини ҳисобга олинг.

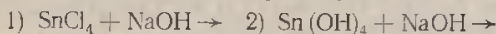
38. $(\text{NH}_4)_2\text{SnS}_3$ га хлорид кислота таъсир этганда ҳосил бўлувчи маҳсулотлардан бири SnS_2 дир. Реакция тенгламасини ёзинг.

39. Қўрғошин гидроксокарбонатни асосли тузи ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) ёки $\text{Pb}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$ нинг ҳосил бўлиш реакция тенгламасини тузинг.

40. SnS_2 нинг концентрланган нитрат кислота эритмаси билан оксидланиш реакция тенгламасини тугалланг:



41. Реакция тенгламаларини тугалланг:

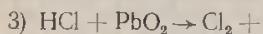
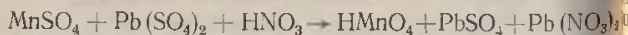


42. PbO_2 ни олиш реакция тенгламасини ёзинг.

43. Pb_3O_4 ҳосил қилиш реакция тенгламасини ва техникада олиш йўлини кўрсатинг.

44. Қандай усул билан PbO_2 дан Pb_3O_4 ни олиш мумкин ва шу жараёнга тескари бўлган тенгламани ёзинг.

45. Қўйидаги PbO_2 ва Pb_3O_4 оксидловчи хоссасини намоён қилувчи реакция тенгламаларини тугалланг:



46. Қўрғошинли аккумуляторнинг зарядланишида ва ишлаш вақтида қандай оксидланиш-қайтарилиш жараёни боради. Кимёвий реакция тенгламаларини тузинг.

47. Саноатда Pb ва Sn олиш реакция тенгламаларини ёзинг.

48*. $(\text{NH}_4)_2[\text{SnCl}_6]$ ни олиш реакция тенгламасини тузинг.

49. Титан ва цирконийни олиш реакция тенгламасини тузинг. Реакция бориш шароитини ва унинг моҳиятини тушунтиринг.

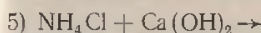
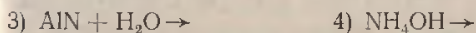
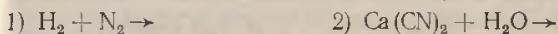
50. Ti , Zr ва Hf ларнинг сувга, кислород ва HCl , SO_4 , HNO_3 кислоталарга муносабатини ақс эттирувчи реакция тенгламаларини ёзинг.

6.8. АЗОТ, ФОСФОР, МИШЬЯК, СУРЬМА, ВИСМУТ ВА ВАНАДИЙ ГРУППАЧАСИДАГИ ЭЛЕМЕНТЛАР

1. Лаборатория азот олиш реакция тенгламаларини тузинг.

2. Саноатда, қишлоқ хўжалигида ва табиатда азотнинг аҳамияти қандай?

3. Аммиак олиш реакция тенгламаларини ёзинг.



Реакцияларнинг бориш шароитини тушунтиринг. Келтирилган тенгламаларнинг қайси бири бўйича саноатда ва лабораторияда аммиак олинади.

4. Аммиакни қуритиш учун қандай модда қўлланилади? Нима учун бу мақсад учун CaCl_2 дан фойдаланиб бўлмайди? NH_3 билан CaCl_2 ўртасида борадиган реакция тенгламасини ёзинг.

5. Аммиакнинг сувли эритмасида қандай кимёвий мувозанат қарор топади? Унга ишқор (NaOH), кислота (HCl) қўшганда кимёвий мувозанат қайси томонга силқийди? Тегишли реакция тенгламаларини тузинг.

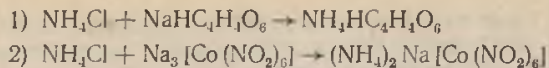
6. Газ ҳолидаги аммиакка ёруғлик таъсирида дейтерий (D_2) таъсир эттирилса дейтероаммиак ҳосил бўлади. Реакция тенгламасини ёзинг.

7. Концентрланган хлорид кислота ва аммиакни араштирмай, аммоний хлорид «тутунини» ҳосил қилиш мумкинми? Реакция тенгламасини тузинг.

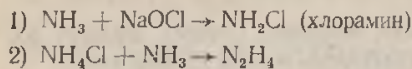
8. $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, SnCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ларга NaOH эритмасини қуйганда нима ҳосил бўлади? Реакция борадиган шароитни ва бу реакция ион алмашиниш ёки оксидланиш-қайтарилиш реакциясига тааллуқли эканлигини аниқланг.

9. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6](\text{OH})_2$, $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ларни олиш реакция тенгламаларини ёзинг.

10. Қўйидаги реакция тенгламаларини охирига етказинг ва реакцияга киришувчи, ҳосил бўлувчи моддаларнинг номларини айтинг:



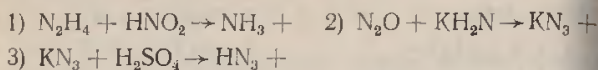
11. Гидразин олиш реакцияси тенгласини тугалланг:



12*. Кислотали мухитда N_2H_4 (гидразин) нинг каллий перманганат билан оксидланишидан: N_2 , MnSO_4 , K_2SO_4 , H_2O ҳосил бўлади.

Реакция тенгламаларини ёзинг.

13. Азид кислотасини олиш реакция тенгламаларини тугалланг:



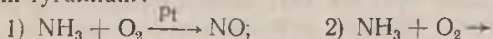
14. Азид кислота буғи қиздирилганда — кучли портлайди. Реакция тенгласини ёзинг.

15. Қўрғошни азид $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ нинг ҳосил бўлиш реакция тенгласини ёзинг.

16. Алюминий нитрит ва натрий амидларнинг ҳосил бўлиш реакция тенгламаларини тугалланг:

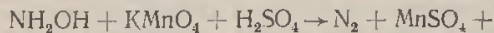


17. Аммиакнинг кислородда ёниш реакция тенгласини тугалланг:

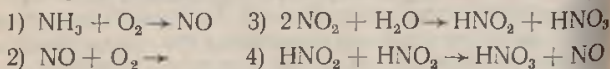


18. Гидроксиламин NH_2OH кучли қайтарувчи сифатида ишлатилади, чунки у реакция шаронитига қараб N_2 гача ёки N_2O гача оксидланади.

Реакция тенгласини тугалланг:



19. Техникада нитрат кислота олиш реакция тенгламаларини тугалланг:



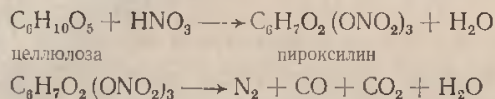
Реакциянинг бориш шароитини ва унинг моҳиятини тусунтиринг.

20. NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, CaCN_2 , KNO_3 ўғитларини олишни йўлларини кўрсатинг. Реакциянинг бориш шароитини кўрсатинг.

21. Нитрат кислота кучли оксидловчи, унинг қайтарилиши натижасида NO , NO_2 , NH_3 , N_2O , N_2 ҳосил бўлиш реакция тенгламаларини тусунг.

22. Кучли портловчи моддалар органик бирикмалар билан нитрат кислотани ўзаро реакцияга кириши натижасида ҳосил бўлади.

Қуйидаги реакция тенгламаларини тугалланг:



23. Нитрат кислота қиздирилганда ички молекуляр оксидланиш-қайтарилиш жараёни натижасида NO_2 , O_2 , H_2O ҳосил бўлади. Реакция тенгласини тусунг.

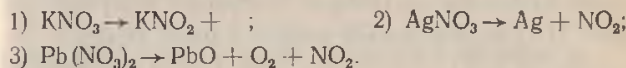
24. Қумуш концентранган ва суолтирилган HNO_3 билан реакцияга киришади. Бу реакциялардан қайси бирига камроқ кислота сарфланади.

Тегишли реакция тенгламаларини ёзинг.

25*. Нитрат кислота ёрдамида Na_2CO_3 дан CO_2 олиш мумкин, аммо Na_2SO_3 дан SO_2 олиб бўлмаслигини қандай тусунтириш мумкин. Жавобингизни тегишли реакция тенгламаларини тусиш орқали исботланг.

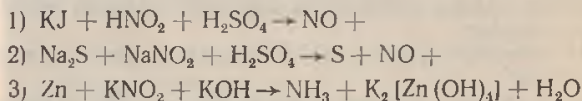
26. Нитрат кислота тузлари оксидловчилик хосасини намоён қилган реакцияларга мисоллар келтиринг. Реакция шароитларини ва реакцияларнинг моҳиятини кўрсатинг.

27. Нитрат кислота тузларининг парчаланиши реакция тенгламаларини тугалланг:



28. Нитрит кислотанинг олишиш реакция тенгламаларини тусунг.

29. Нитрит кислота оксидловчи ва қайтарувчи хоссаларини намоён қилади, шунингдек ўз-ўзидан оксидланиш, ўз-ўзидан қайтарилиш хоссаларига эга. Қуйидаги реакция тенгламаларини тугалланг:

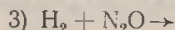
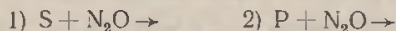


HNO_2 ва унинг тузлари қандай оксидланиш-қайтарилиш

хоссаларини намоён қилади, уларни ифодаловчи тенгламаларни ёзинг.

30. Қандай шароитда аммоний тузлари N_2O ва N_2 га, ча парчланади? Реакция тенгламасини ёзинг.

31. N_2O кучли оксидловчидир. Олтингугурт, фосфор ва водородларнинг N_2O да ёниш реакция тенгламаларини тугалланг:

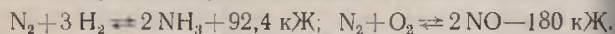


32. Калийли селитрадан қандай қилиб HNO_3 , NO , NO_2 ларни олиш мумкин? Реакция тенгламаларини ёзинг.

33. NO , N_2O ни $FeCl_2$, $NaNO_2$ ва HCl ларнинг узаро реакцияга киришиши натижасида олиш мумкин. Реакция тенгламаларини ёзинг.

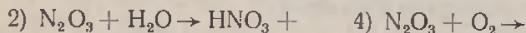
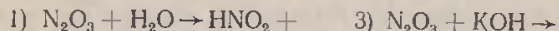
34. Агар KNO_2 ва KJ эритмаларни устига H_2SO_4 эритмаси қуйилса, қандай моддалар ҳосил бўлади? Реакция тенгламаларини ёзинг.

35. Қуйидаги системада температура кўтарилиши билан кимёвий мувозанат қайси томонга силжийди?



36. Агар мишьяк (III) оксиди солинган қолбага нитрат кислота қуйиб қиздирилса, азот (III) оксиди ва ортомишьяк кислотаси ҳосил бўлади. Борадиган жараёни тушунтириг. Реакция тенгламаларини тузинг.

37. Реакцияларнинг тенгламаларини тугалланг:



Азот (III) оксиди қандай хоссани намоён қилади?

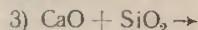
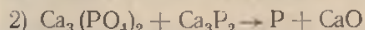
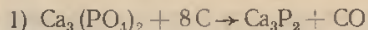
38. Азот (IV) оксиднинг ҳосил бўлиш реакция тенгламасини ёзинг.

39.* NO_2 қандай оксидланиш-қайтарилиш хоссасини намоён қилади? Жавобингизни тенгламалар тузиш билан исботланг.

40. NO , HNO_2 , N_2O , NO_2 ларнинг ҳаммаси N_2 га қадар қайтарилади. 6-иловадаги оксидланиш-қайтарилиш потенциалли бўйича қайси бири кучли оксидловчи эканлигини аниқланг.

41. $[Fe(NO)(H_2O)_5]SO_4$ олиниш реакция тенгламасини ёзинг.

42. Қуйидаги реакцияларнинг бориш шароитларини ва реакцияларнинг моҳиятини кўрсатинг:

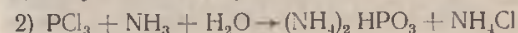
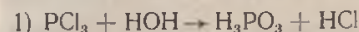


43. Нима учун ортофосфат кислотанинг натрийли тузи ҳавода туриши билан аста-секин Na_2HPO_4 ва Na_2CO_3 га айланади? Тегишли реакция тенгламаларини тузиш билан жавобингизни исботланг.

44.* Фосфит кислота қиздирилганда ортофосфат кислота ва фосфин ҳосил бўлади. Бунда нима оксидланади-ю, нима қайтарилади?

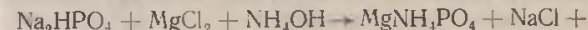
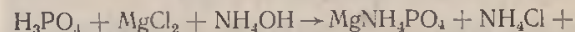
Реакция тенгламасини тузинг.

45. Реакция тенгламаларини тугалланг:



46. Ag_2HPO_3 қиздирилганда қумуш ва H_3PO_4 га парчланади. Бу қайси оксидланиш-қайтарилиш реакцияси турига қиради.

47. Реакция тенгламаларини тугалланг:



48. H_3PO_3 эритмаси устига $HgCl_2$ эритмаси қуйилганда аввал Hg_2Cl_2 (каломель) нинг оқ чўкмаси ҳосил бўлиб, бироз вақт ўтгач, у аста-секин қорайиб Hg_2^{2+} ионининг қайтарилиши натижасида металл ҳолидаги симоб ҳосил бўлади. Ҳар иккала босқичдаги реакция тенгламаларини ёзинг.

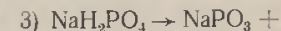
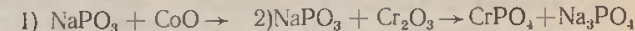
49. Ортофосфат кислотани ҳосил қилиш реакция тенгламаларини тузинг. Саноатда қайси усулда олинади?

50. Ag_3PO_4 , $AgPO_3$, $Ag_3P_2O_7$ ларнинг олиниш реакция тенгламаларини тузинг.

51*. P_2O_5 нинг HF эритмаси билан реакция тенгламасини охирига етказинг: $P_2O_5 + HF \rightarrow H[PF_6] + H_2PO_2F$.

52. Хибин тоғларидаги фосфоритлар қони қим томондан очилган?

53. Реакция тенгламаларини тугалланг:



54. Мета ва пирофосфат кислоталарни олиш реакция

тенгламаларини тузинг. Реакциялар бориш шароитларини кўрсатинг.

55. Магний ва кальций фосфидларини олиниш реакция тенгламаларини ёзинг. Реакцияларнинг бориш шароитини кўрсатинг.

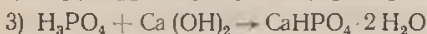
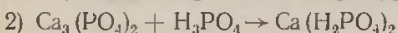
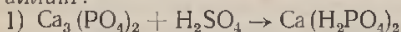
56. PH_3 ва дифосфин P_2H_4 ни олиш реакция тенгламаларини тузинг.

57. Фосфор йодид билан калий гидроксид ўзаро реакцияга киришганда қандай моддалар ҳосил бўлади? Реакция тенгламасини тузинг.

58. Фосфоний хлорид — $[\text{PH}_4]\text{Cl}$ нинг ҳосил бўлиш реакция тенгламасини ёзинг.

59. H_3PO_2 ва H_3PO_3 кучли қайтарувчилардир. H_3PO_2 ва H_3PO_3 ларнинг AgNO_3 билан реакция тенгламаларини тузинг.

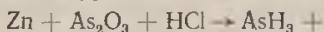
60. Оддий ва қуш суперфосфат, преципитат ўғитларини олиш реакция тенгламаларини ёзинг ва уларни тугалланг:



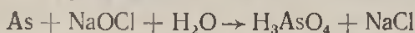
Ҳар бир реакциянинг моҳиятини ва реакцияларнинг бориш шароитларини кўрсатинг.

61. POCl_3 ни олиш реакция тенгламаларини тузинг.

62. Мишьякни аниқлаш учун қўлланадиган реакция тенгламасини тугалланг. Бу усул кенг кўламда медицина ва санитария ишларида қўлланилади. Реакциянинг бориш шароитини кўрсатинг:

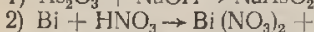
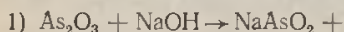


63. Сурьма Sb худди мишьякка ўхшаш «қора рангли ойна» ҳосил қилади. Сурьмани мишьякдан ажратиш учун NaOCl таъсир эттирилганда мишьякли ойна эриб кетади, сурьма эса қолади. Реакция тенгламасини тугалланг:



64. $\text{As}(\text{OH})_3$ ни олиш реакция тенгламаларини ва шунингдек $\text{As}(\text{OH})_3$ ни кислота ва ишқорларда эриш реакция тенгламаларини тузинг.

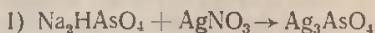
65. Реакция тенгламасини тугалланг:



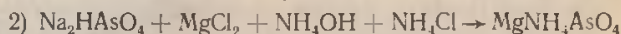
конц.

66*. As_2O_3 ning гипохлорит кислота ёрдамида оксидланиш реакция тенгламасини тузинг.

67. AsO_4^{3-} ионини очишда қўлланиладиган реакция тенгламасини тугалланг:



шоколад
рангли



оқ рангли

68. V, Nb, Ta ларнинг сув, кислород, кислота ва ишқорларга муносабати қандай? Мумкин бўлган реакция тенгламаларини ёзинг.

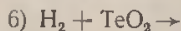
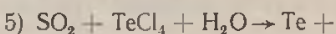
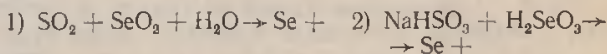
6.9. ОЛТИНГУГУРТ, СЕЛЕН, ТЕЛЛУР

1. CaS , H_2O , CO_2 , O_2 каби моддалардан олтингугуртни эркин ҳолда ажратиш олиш мумкин. CaS , CO_2 билан H_2O реакцияга киришиб водород сульфид ва $CaCO_3$ ни ҳосил қилишнинг билган ҳолда тегишли реакция тенгламаларини ёзинг.

2. SO_2 билан C орасидаги реакция натижасида олтингугурт олиш жараёни тенгламасини тузинг. Реакция бориш шароитини кўрсатинг.

3. Ихтиёрингиздаги C , $BaSO_4$, CO_2 , H_2O моддалардан қандай қилиб эркин ҳолда олтингугурт олиш мумкин. Тегишли реакция тенгламасини ёзинг.

4. Теллур ва селен олиш реакция тенгламаларини тугалланг:



5. Zn, S, H_2 ва H_2SO_4 иштирокида 3 та усул билан қандай қилиб, водород сульфид олиш мумкин? Тегишли реакция тенгламаларини тузинг.

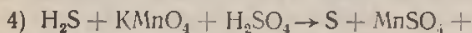
6. Сизга маълум бўлган усуллар ёрдамида водород теллурид ва водород селенид ҳосил қилиш реакция тенгламаларини тузинг.

7. KCl , $Pb(NO_3)_2$, $CdCl_2$, $ZnSO_4$, $FaCl_2$, $HgCl_2$ ларнинг сувли эритмаларидан H_2S газни ўтказилганда қандай моддалар ҳосил бўлади? Тегишли реакцияларнинг тенгламаларини тузинг.

8. Сапоатда натрий гидросульфидни Na_2S эритмасини водород сульфид билан тўйинтириш орқали олинади. Жараён борниш шароитини кўрсатиб, реакция тенгламаларини ёзинг.

9. $Pb(CH_3COO)_2$ эритмасига ботирилган қоғоз водород сульфид газни борлигини аниқлаш учун реактив сифатида қўлланилади. Қоғоз қораяди. Бу қандай жараён? Реакция тенгламасини ёзинг.

10. H_2S ва H_2Se оксидланадиган жараён тенгламаларини ёзинг ва реакцияларни тугалланг:



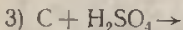
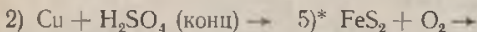
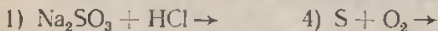
11. 10-мисолда берилган H_2S ни $(NH_4)_2S$ билан алмаштириш мумкинми?

12. Водород сульфидли эритмадан озон ўтказилганда қандай оксидланиш-қайтарилиш реакциялари рўй беради? Реакция тенгламасини ёзинг.

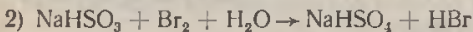
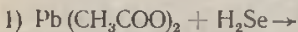
13. Водород сульфидли сувнинг узоқ туриши натижа-сида лойқаланиб қолишини нима билан тушунтира оласиз?

14. Д. И. Менделеев даврий системаси ва оксидланиш-қайтарилиш потенциали ёрдамида қайси атомлар ёки молекулалар водород сульфид ва водород селенид таъсирида оксидланадилар?

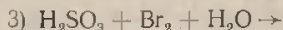
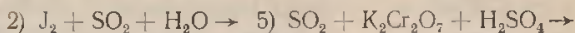
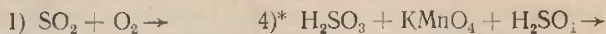
15. SO_2 ни олиш реакция тенгламаларини тугалланг:



16. Реакция тенгламаларини тугалланг:



17. Реакция тенгламаларини тугалланг:



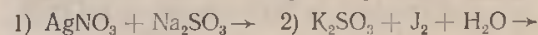
Бу ҳолларда қандай оксидланиш-қайтарилиш реакциялари содир бўлади?

18. Сульфит кислота а) магний, б) йод, в) водород сульфидлар билан реакцияга киришганда қандай оксидланиш-қайтарилиш хоссасини намоён қилади?

Тегишли реакция тенгламаларини тузинг.

19. Қиздирилган натрий хлорид эритмасидан SO_2 гази, сув буғи ва кислород ўтказилса, қандай ҳодиса рўй беради? Реакция тенгламаларини ёзинг.

20. Реакция тенгламаларини тугалланг:

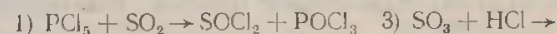


21. Техникада Na_2SO_3 ни NaHSO_3 га сода эритмаси таъсир эттириб олинади. Тегишли реакция тенгламасини тузинг.

22. Нима учун BaCl_2 эритмасини Na_2SO_3 эритмасига қуйганда ҳар доим ҳам ҳосил бўлган чўкма хлорид кислотата тўлиқ эримайди? Жавобингизни реакция тенгламаларини тузиш орқали исботланг.

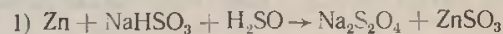
23. Na_2SO_3 нинг ишқорли эритмаси устига йод эритмаси қўйилса, қандай ҳодиса рўй беради? Реакция тенгламасини тузинг.

24. Реакция тенгламаларини тугалланг, реакцияга киришувчи ва янги ҳосил бўлган моддаларнинг номини айтинг:



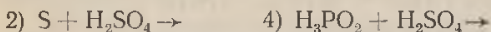
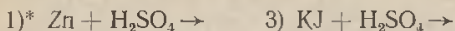
25. Суюлтирилган сульфат кислота Cs, Sr, La, Zn металлларга қандай таъсир кўрсатади?

26. Кислотали муҳитда натрий гидросульфитдан $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ни олиш реакция тенгламасини ва унинг KMnO_4 билан оксидланиш жараёни тенгламасини охиригача етказинг:

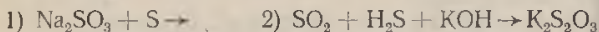


27. Қуйидаги моддаларнинг концентрангланган сульфат

кислота билан оксидланиш реакция тенгламаларини тугалланг:

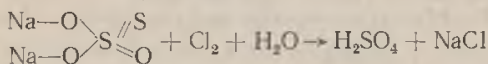


28. Реакция бориш шароитларини кўрсатиб, берилган тенгламаларни тугалланг:



29. Тиосульфат кислота қандай олинади? Реакция тенгламасини ёзинг.

30. Натрий тиосульфатни хлор билан оксидлаш реакция тенгламасини тугалланг:



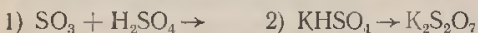
31. Натрий тиосульфат ёки натрий сульфат тузларини бир-биридан фарқини аниқлаш учун қайси кислотадан фойдаланиш мумкин?

Реакция тенгламасини ёзинг.

32. Сульфат кислотани нитроза ва контакт усулида оlish реакция тенгламаларини ёзинг.

Реакцияларнинг бориш шароитини кўрсатинг.

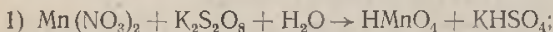
33. Реакция тенгламасини тугалланг:



Реакциялар қандай шароитда боради?

34. Пероксомоносулфат (H_2SO_5) ёки пероксодисульфат ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$) кислоталарининг олиниш реакциялари тенгламаларини ёзинг.

35. Амалда пероксодисульфат кислота тузлари оксидловчи сифатида қўлланилади. Реакция тенгламаларини тугалланг:

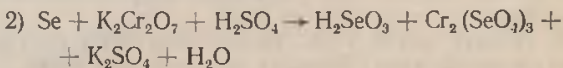
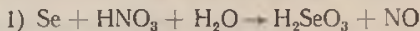


36. Дитион кислотаси $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6$ нинг олиниш реакция тенгламасини тузинг. Реакция бориш шароитини кўрсатинг.

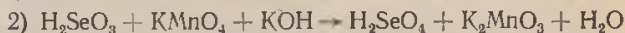
* Кучсиз қиздирганда SO_2 , кучли қиздирганда S ёки H_2S ҳосил бўлади.

37. Тиосульфатларни кучсиз оксидловчилар, масалан, йод билан оксидлаш натижасида натрий тетраионат $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ олинади. $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ ни олиш реакция тенгламасини тузинг.

38. Селенинг оксидланиш реакция тенгламасини тугалланг:

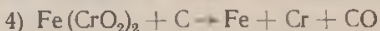
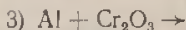
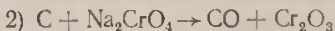


39. Реакция тенгламасини тугалланг, реакцияга киришувчи ва янги ҳосил бўлувчи моддаларнинг номини айтинг:



6.10. ХРОМ, МОЛИБДЕН, ВОЛЬФРАМ

1. Қуйидаги реакцияларнинг бориш шароитини ва ҳар бир реакциянинг моҳиятини кўрсатган ҳолда, реакция тенгламаларини тугалланг.



2. MO ва W ларни эркин ҳолда олиш учун уларнинг оксидларини углерод ёки водород билан қайтарилиш реакция тенгламаларини тузинг.

3. Хром(II) гидроксидига кислород таъсир эттирилса нима ҳосил бўлади? Реакция тенгламасини ёзинг.

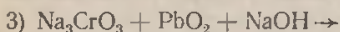
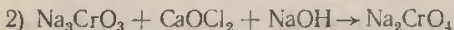
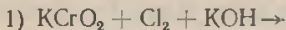
4. Хром(III) гидроксидини унинг уч валентли тузларига ишқор таъсир эттириб олинади. Реакция тенгламасини тузинг.

5. Na_2CO_3 билан CrCl_3 ва $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ билан $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ бир-бирига таъсир эттирилса нима ҳосил бўлади. Тегишли реакция тенгламаларини тузинг.

6. $\text{Cr}(\text{OH})_3$ га кислота ва ишқор қандай таъсир этади? Тегишли реакция тенгламаларини ёзинг.

7. Хром аччиқтошнинг ҳосил бўлиш реакция тенгламасини ёзинг.

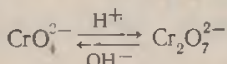
8. Ишқорий муҳитда хромнинг уч валентли бирикмаларининг оксидланиш реакция тенгламаларини ёзинг.



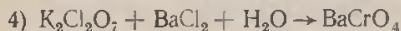
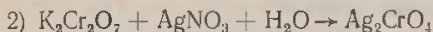
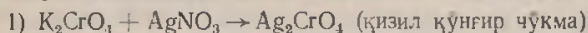
9. Кислотали муҳитда уч валентли хромнинг оксидланиш реакция тенгламасини ёзинг.

10. Қандай оддий усул билан хром (III) оксидини ҳосил қилиш мумкин? Реакция тенгламасини ёзинг.

11. Кислотали муҳитда хроматлар дихроматга, аксинча ишқорий муҳитда улар яна хроматга айланадилар. Иккала ҳолат учун реакция тенгламасини қуйидаги схема асосида тузинг:

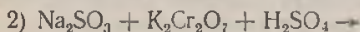
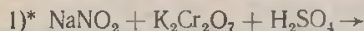


12. $Cr_2O_7^{2-}$ ёки CrO_4^{2-} ионларни аниқлаш реакция тенгламаларини тугалланг:



Реакция бориш шароитини ва унинг моҳиятини тушунтиринг.

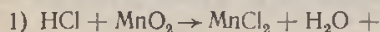
13. Қуйидаги хром (VI) бирикмасининг оксидлаш хусусияти акс этган реакция тенгламаларини тугалланг:

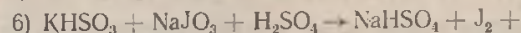
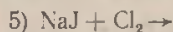
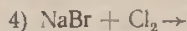
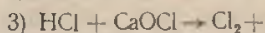
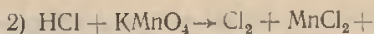


14. Молибден ва вольфрамнинг сувга, кислородга, кислота ва ишқорларга булган мупосабатини ифдаловчи реакция тенгламаларини тузинг.

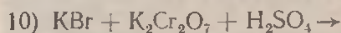
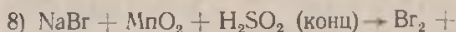
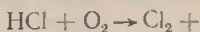
6.11. ГАЛОГЕНЛАР

1. Хлор, бром ва йодни эркин ҳолда ажратиб олиш реакция тенгламаларини охирига етказинг:

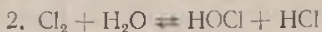




7) Газ ҳолдаги водород хлоридни ҳаво кислороди билан оксидланиши:



Реакция бориш шароитларини ва уларнинг моҳиятини кўрсатинг.



Бу мувозанатни ўнг томонга қандай ташқи таъсир силжитиши мумкин?

3. Cu билан F_2 , Fe билан Cl_2 , Ca билан Br_2 , Zn билан J_2 бир-бирига қандай таъсир этади? Реакцияларнинг бориш шароитларини тушунтиринг.

4. Хлор, бром ва йоднинг сувли эритмаларининг оксидловчилик хоссасини ифодаловчи реакция тенгламаларини тузинг.

5. Тартиб номерлари ортиб бориши билан фтор-хлор-бром-йод қаторида галогенларнинг оксидланиш-қайтарилиш хоссалари қандай ўзгаради?

6. Cl_2O , ClO_2 , Cl_2O_7 ларни олиш реакция тенгламаларини тузинг.

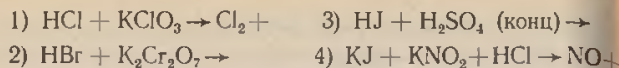
7. Галогеноводородлар (HF , HCl , HBr , HJ) ни олиш реакция тенгламаларини тузинг. Реакцияларнинг бориш шароитларини кўрсатинг.

8. Идишда AgF ва AgCl аралашмаси бор. Уларни бир-биридан қандай ажратиш мумкин?

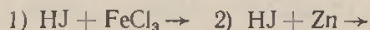
9. Криолитга сульфат кислота таъсир эттириб нима олиш мумкин?

10. Cl^- , Br^- , J^- , ионларини аниқлаш реакция тенгламаларини ёзинг.

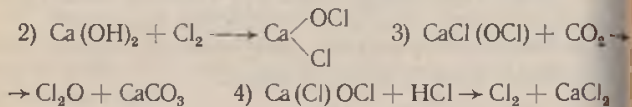
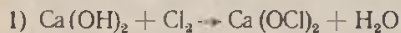
11. Cl^- , Br^- , J^- ионларининг қайтарувчанлик хоссасини намоён қилувчи реакция тенгламаларини тугалланг:



12. Реакция тенгласини тугалланг:

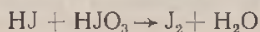
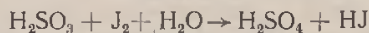
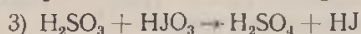
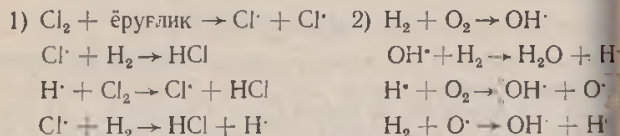


13. Хлорли оҳакни олиш реакция тенгласи ва унинг CO_2 , HCl билан ўзаро реакцияга киришиш тенгламаларини тугалланг:



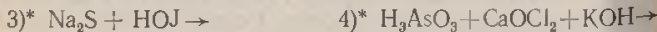
Реакцияларнинг бориш шароитларини кўрсатинг.

14. Занжирли реакция тенгласини охирига етказинг:



Реакцияларнинг бориш шароитларини кўрсатинг.

15. Галогенлар бирикмаларининг оксидлаш хоссаларини намён қилувчи реакция тенгламаларини тугалланг:



16. KClO_3 нинг олиш реакцияси тенгласини тузинг.

17. Бертоле тузи таркибда калий, хлор ва кислород борлигини қандай исботлаш мумкин?

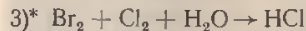
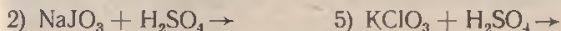
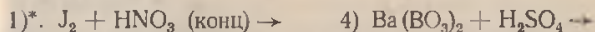
18. Хлор (IV) оксид билан калий гидроксидининг ўзаро реакцияга киришиши натижасида қандай модда ҳосил бўлади?

Реакция тенгласини ёзинг.

19. Молекуляр йоддан фойдаланиб, водород йодид

га йодат кислотасини, йод (V) оксидини қандай олиш мумкин. Тегишли реакция тенгласини тузинг.

20. Хлорат, йодат ва бромат кислоталарининг олишиш реакциялари тенгламаларини тугалланг:



6.12. МАРГАНЕЦ.

1. С билан MnO_2 ва Al билан MnO_2 ўзаро реакциялари тенгламаларини тузинг. Реакцияларнинг бориш шароитларини кўрсатинг.

2. Марганецнинг сувга, кислота (HCl , H_2SO_4 , HNO_3) ларга мунособатини акс эттирувчи реакция тенгламаларини ёзинг.

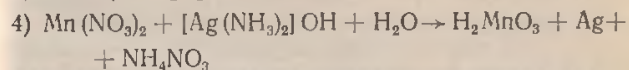
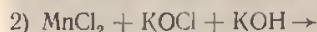
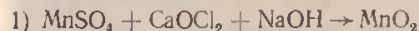
3. Марганец гидрооксидининг олиниши ва унинг ҳаво кислороди ёрдамида оксидланиш реакция тенгласини тузинг.

4.* Лаборатория шароитида олинган MnS (кулранг тусли) вақт ўтиши билан қўнғир тусга киради.

Реакция тенгласини ёзинг.

5. Сульфат кислотани Mn_2O_3 , MnO_2 , MnCO_3 , $\text{Mn}(\text{OH})_2$ га таъсир эттирганда нима ҳосил бўлади? Тегишли реакция тенгламаларини тузинг.

6.* Манган (II) ни манган (VI) гача оксидланиш реакция тенгламаларини тугалланг:

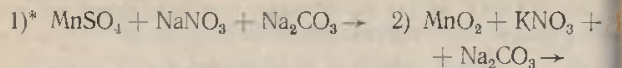


7. Ишқорий шароитда оксидланиш даражаси +2 бўлган марганецни бромли сув билан оксидланиш реакция тенгламасини тузинг. Бу реакция борадиган гальваник элементнинг ЭЮК ни ҳисобланг.

8. Қандай йўл билан манган (IV) оксиддан манган (II) оксидини олиш мумкин. Реакция тенгласини ёзинг.

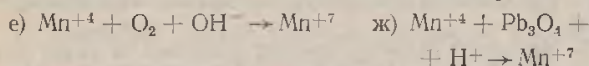
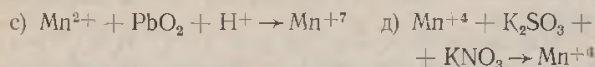
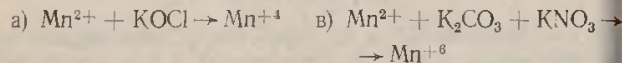
9. Манган (II) ва манган (IV) нинг манган (VI) бирик-

малари билан оксидланиш реакция тенгламаларини тугалланг:

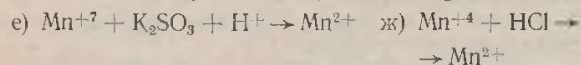
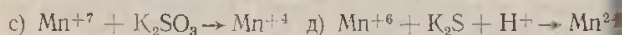
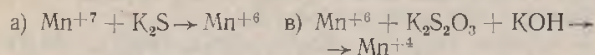


10. Ишқорий шароитда KNO_3 ёрдамида MnO_2 ни K_2MnO_4 гача оксидланиш реакция тенгламасини тузинг.

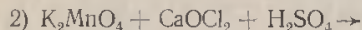
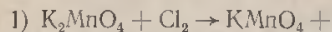
11. Қуйидаги схема бўйича марганецнинг паст валентли бирикмаларини унинг юқори валентли бирикмаларига айланиш реакция тенгламаларини тузинг:



12. Марганецнинг юқори валентли бирикмаларидан паст валентли бирикмаларига утиш реакция тенгламаларини ёзинг:



13. K_2MnO_4 ни хлор ва хлорли оҳак билан оксидлаш-қайтарилиш реакция тенгламаларини тугалланг:



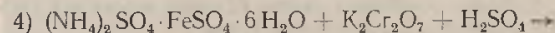
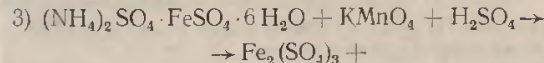
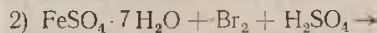
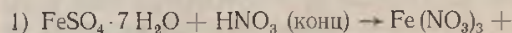
6.13. ТЕМИР ВА ПЛАТИНА ОИЛАСИДАГИ МЕТАЛЛАР

1. Домна печларида чуян олишда содир бўладиган реакция тенгламаларини тузинг ва уларнинг бориш шароитларини кўрсатинг.

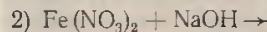
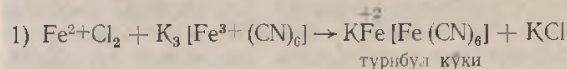
2. Металл ҳолдаги темирнинг сувга, ҳаво кислородига суюлтирилган ва концентрланган кислоталар (HCl , H_2SO_4 , HNO_3) га муносабати қандай? Реакция тенгламаларини ёзинг.

3. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ҳосил қилиш учун қайси эритмани олиш керак: $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ёки FeSO_4 ними? Булар очик ҳавода қолса қандай ҳодиса рўй беради? Реакция тенгламаларини ёзинг.

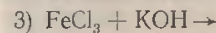
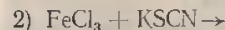
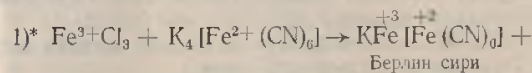
4. Темир (II) ионининг бирикмаларида қайтарувчи хоссалари ақс эттирилган реакция тенгламаларини тугалланг:



5. Темир иони Fe^{2+} га хос реакция тенгламаларини тугалланг:

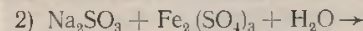
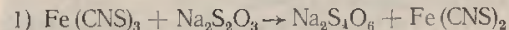


6. Темир Fe^{3+} ионига хос реакция тенгламасини тугалланг:



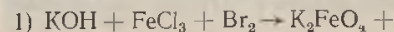
7.* Калий гексациано темир (II) ионидан қандай қилиб калий гексацианотемир (III) ионини олиш мумкин. Реакция тенгламасини ёзинг.

8. Темир (III) ионининг оксидловчи хоссасини намоён қилган реакция тенгламаларини тугалланг:



9. FeCl_3 нинг гидролиз реакция тенгламасини тузинг.

10. Калий феррат (K_2FeO_4) ва барий феррат (BaFeO_4) ларни олиш реакция тенгламаларини тугалланг:





11. Қандай қилиб темир (II) бирикмасини темир (III) га айлантириш мумкин? Тегишли реакция тенгласини тузинг.

12.* Кобальт гидроксид — $Co(OH)_2$ ни олиш реакция тенгласини ва уни ҳаво кислороди билан оксидлаш реакция тенгласини тузинг.

13.* Агар $Co(NO_3)_2$ эритмасига аввал озроқ, сўнгра мўл миқдорда NH_4OH қўшилса нима ҳосил бўлади?

Реакция тенгласини ёзинг.

14. Кобальт карбонат ҳосил бўлиши ва унинг H_2SO_4 да эриш реакция тенгласини тузинг.

15. Кобальт сульфид — CoS ни ҳосил қилиш реакция тенгласини тузинг.

16. Co^{2+} ионини эритмада аниқлашда характерли реакция — $K_2[Co(CNS)_4]$ ёки $(NH_4)_2[Co(CNS)_4]$ комплекс тузларини ҳосил қилиш реакциясидир. Кейинги реакция, $Co(NO_3)_2$ эритмасига бироз амил спирти ва бир неча томчи $KCNS$ ёки NH_4CNS эритмаларидан томирилганда ҳосил бўлади. Амил спиртидан бироз қўшиб чайқатилганда кўк ранг пайдо бўлади. $Co(NO_3)_2$ билан $KCNS$ ўртасидаги реакция тенгласини ёзинг.

17. $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ ни қиздирганда қандай жараён содир бўлади? Реакция тенгласини ёзинг.

18. $Co(OH)_3$ қандай олинади? Хлорид кислота билан у қандай реакцияга киришади? Тегишли реакция тенгласини тузинг.

19. $K_3[Co(NO_2)_6]$ ни олиш реакция тенгласини ёзинг.

20. Металл ҳолидаги никельдан қандай икки хил реакция асосида никель хлорид олиш мумкин?

21. $Ni(OH)_2$ олиш ва унинг HNO_3 билан реакцияга киришиш тенгламаларини тузинг.

22.* $Ni(OH)_2$ ни бромли сув ёки хлорли оҳак билан оксидланиш реакция тенгламаларини ёзинг.

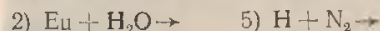
23. Комплекс бирикма $[Ni(NH_3)_6]SO_4$ ни олиш реакция тенгласини ёзинг.

24. Платина группасидаги металл — Pt, Ir, Ru, Rh, Pd, Os ларнинг сувга, кислород, кислота ва ишқорларга муносабати қандай? Жавобингизни тегишли тенгламалар тузиб изоҳланг.

6.14. ЛАНТАНОИДЛАР

1. Лантаноидлар кимёвий жиҳатдан актив металллар қаторига кирилади. Сув билан реакцияга киришиб, уни шиддатли парчалайдилар ва водородни сиқиб чиқарадилар. Юқори температурада металлмаслар билан кимёвий реакцияга киришадилар.

2. Реакция тенгламаларини тугалланг:



3. Лантаноидлар уларнинг хлорли тузлари суюқланмасини электролиз қилиш орқали олинади. $NbCl_3$ электролизиде катод ва анодда қандай реакция содир бўлади?

4. Ce_2O_3 ва CeO_2 ларнинг олиниш реакция тенгламаларини ёзинг.

5. Празеодим, неодим ва европийларнинг гидроксидларини олиш ва уларнинг HCl ва H_2SO_4 билан бўлган реакция тенгламаларини тузинг.

6. Ce, Pr ва Nd лар карбидларининг ҳосил бўлиш реакция тенгламаларини тузинг.

7. $Ce(NO_3)_2$ ва $Ce(C_2O_4)_3$ ларнинг ҳосил бўлиш реакция тенгламаларини тузинг.

8. $EuCl_3$ нинг водород билан қайтарилиш реакция тенгласини тугалланг.



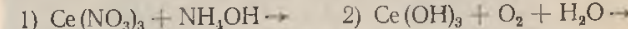
9*. Sm, Eu ва Yb (II) ларнинг галогенидлари ва сульфатлари кучли қайтарувчилардир. Тегишли реакция тенгламаларини тузинг.

10. Nd_2S_3 ва CeN ларнинг ҳосил бўлиш реакция тенгламаларини тузинг.

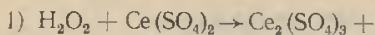
11. $Ce(OH)_2NO_3 \cdot 3H_2O$ тузи қандай олинади?

12. $Ce(SO_4)_2$ қандай олинади, қаерда ишлатилади? Реакция тенгласини тузинг.

13. Реакция тенгласини тугалланг:

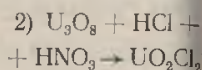
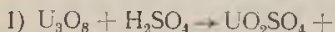


14*. Церий (IV) иони кучли оксидловчидир. Ce^{4+} нинг оксидловчилик хоссаси намоён бўлган реакция тенгламаларини тугалланг:

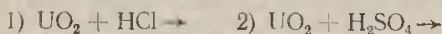


6.15. АКТИНОИДЛАР

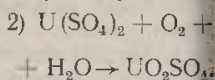
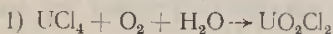
1*. Металл ҳолидаги уран ҳавода қиздирилганда кучли кислоталарда эрийдиган U_3O_8 ($2\text{UO}_3 \cdot \text{UO}_2$) ҳосил булади. Қуйидаги реакция тенгламаларини тугалланг:



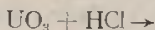
2. Уран диоксида кучли кислоталарда эрийди. Реакция тенгламасини тугалланг:



3*. Уран тузлари беқарордир. Улар ҳаво кислороди ёрдамида оксидланадилар. Реакция тенгламаларини тугалланг:



4. Реакция тенгламасини охирига етказинг:



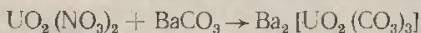
5. Уранил нитрат $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ га ишқор таъсир эттириб калий диуранат ($\text{K}_2\text{U}_2\text{O}_7$) ни олиш мумкин. Реакция тенгламасини ёзинг.

6. Агар $\text{K}_2\text{U}_2\text{O}_7$ устига концентранган $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ таъсир эттирилса $[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3]^{4-}$ комплекс иони ҳосил булади. Реакция тенгламасини тузинг.

7. $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ га $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ таъсир эттириб, қунғир рангдаги UO_2S ни ҳосил қилиш мумкин. Реакция тенгламасини тузинг.

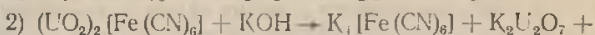
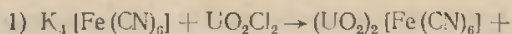
8. UO_3 билан нитрат кислота ва UO_2Cl_2 билан ишқор ўзаро реакцияга киришганда нима ҳосил булади. Реакция тенгламасини ёзинг.

9. Уранил карбонатни олиш реакциясини охирига етказинг:

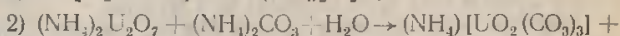
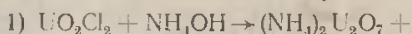


10. $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ билан Na_2HPO_4 ўзаро реакцияга киришиши натижасида оқ-сарғиш уранил фосфат UO_2HPO_4 ҳосил булади. Реакция тенгламасини тузинг.

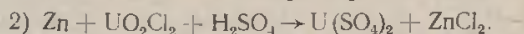
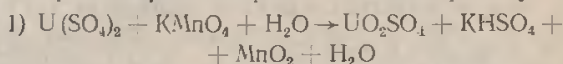
11*. Реакция тенгламасини охирига етказинг:



12*. Реакция тенгламасини тугалланг:



13. Уран бирикмалари оксидловчи ёки қайтарувчи ролини бажарадиган реакцияларининг тенгламаларини тугалланг:



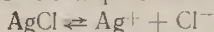
7. БАЪЗИ МАСАЛАЛАРНИНГ ИЗОҲЛИ ЕЧИМЛАРИ

7.1. ЧҶКМАЛАРНИНГ ҲОСИЛ БУЛИШИ ВА УЛАРНИНГ ЭРИШИ

(3.6- қисм)

Ўзгармас температурада сувда ёмон эрийдиган моддаларни ташкил этувчи ионларининг концентрациялари кўпайтмаси унинг эрувчанлик кўпайтмаси қийматига етгандагина ва ундан ошганда чўкма ҳосил бўлади. Чўкма ҳосил бўлиши ва унинг эриши иккита қарама-қарши жараён бўлиб, уларнинг тезликлари бир-бирига тенг бўлган ҳолда мувозанат қарор топади ва эритма шу моддага нисбатан тўйинган ҳолга ўтади. Бундай гетероген системада юқорида айтилган эриш ва кристалланиш жараёнини бошқариш мумкин бўлади.

Сувда оз эрийдиган бирор электролит масалан, $AgCl$ олинса, унинг тўйинган эритмасида қаттиқ ҳолдаги $AgCl$ ўзининг Ag^+ ва Cl^- ионлари билан мувозанатда бўлади:



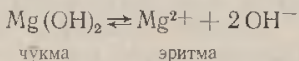
чўкмада эритмада

Демак, эритмадаги ионлар концентрацияларининг кўпайтмаси эрувчанлик кўпайтмаси (ЭК) қийматига тенг бўлгандагина чўкма ҳосил бўлади ва қанчалик ионлар миқдори кўлайтирилса, шунчалик чўкма миқдори ортади. Масалан, эритмада Sr^{2+} ионларини $SrSO_4$ ҳолида ёки Mg^{2+} ионини $Mg(OH)_2$ ҳолида чўктириш учун чўктирувчи моддалар (Sr^{2+} учун Na_2SO_4 тузи, Mg^{2+} иони учун нишқор эритмаси) дан мўлрақ миқдорда қўшиш керак.

Аммо, шуни ҳам унитмаслик керакки, баъзи ҳолларда ортиқча миқдорда олинган реактив чўкмани эритиб юбориши (қўшилган модда чўкмадаги модда билан координатсион бирикма, газ ҳолдаги маҳсулот ҳосил бўлиши, ёки амфотер хусусиятга эга бўлган гидроксид ортиқча ишқор қўшилганда эриб кетиши) ҳам мумкин.

Агар эритмада аралаш ҳолда иккита модда чўкма ҳосил қилишда қатнашса (масалан, калий хлорид ва калий хромат эритмалари) чўктириш учун қўшилаётган модда (кумуш нитрат) сувда ёмон эрийдиган AgCl ва Ag_2CrO_4 ни ҳосил қилишда қатнашади. AgCl нинг эрувчанлиги тахминан $1,5 \cdot 10^{-5}$ моль \cdot л $^{-1}$, Ag_2CrO_4 ники $7,5 \times 10^{-5}$ моль \cdot л $^{-1}$ га тенг, ёки AgCl нинг эрувчанлиги Ag_2CrO_4 никидан 7,5 марта камдир. Эритмага кумуш нитрат эритмаси аста-секин қуйиб борилганда аввал кумуш хлориднинг оқ рангли чўкмаси тушади, хлор ионлари концентрацияси тамом бўлгандан кейин қизил-қўнғир рангли Ag_2CrO_4 чўкмаси туша бошлайди.

Чўкманинг эриши учун, чўкма билан мувозанатда турган ионларнинг бирини концентрацияси камайиши сабабчи бўлади. Бу ҳолатда айтилган ион сувда ёмон диссоциланадиган ёки юқорида айтилган жараёнларнинг бирида иштирок этиши керак. Масалан, чўкмадаги $\text{Mg}(\text{OH})_2$ билан эритмадаги OH^- ионлари орасидаги мувозанат:



ўнг томон силжиши натижасида чўкма эриб кетиши мумкин. Чўкманинг ЭК қиймати $5,5 \cdot 10^{-12}$ га тенг. Эритмага кислота эритмаси қуйилса, унинг H^+ ионлари билан OH^- ионлари бирлашиб ёмон диссоциланадиган сув молекулалари ҳосил бўлади, натижада мувозанатда қатнашаётган Mg^{2+} ва OH^- ионлари концентрацияларининг кўпайтмаси ЭК қийматидан камаяди, чўкма эрий бошлайди.

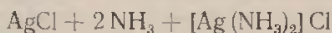
2.3.6- қисминг 6- масаласининг изоҳли ечими.

Металларнинг сульфидлари кислоталар эритмалари билан турлича реакцияда қатнашади. Масалан, MnS сирка кислотада ZnS эса хлорид кислотада эрийди. CuS эса бу кислоталарнинг биронтасида ҳам эримади, у фақат оксидловчи хоссасига эга бўлган нитрат кислотада эрийди. HgS фақат «зар суви» дагина эрийди. Юқо-

ридаги хусусиятларни эслатилган моддаларнинг ЭК қийматларини солиштирганда кўриш мумкин:

$\text{ЭК}_{\text{MnS}} = 5,6 \cdot 10^{-16}$ бўлиб, у кўпчилик кислоталарда эрийди, $\text{ЭК}_{\text{HgS}} = 4,0 \cdot 10^{-53}$ эса кучли кислота HCl да ҳам эрмайди.

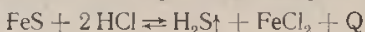
Баъзи чўкмалар (масалан, AgCl) нинг комплекс бирикмалар ҳосил қилиши уларнинг эришига сабаб бўлади:



Бундан ташқари, чўкмаларнинг эрувчанлиги эритмада содир бўладиган оксидланиш-қайтарилиш жараёнларининг боришига ҳам боғлиқ. Масалан, CuS , Bi_2S_3 , CoS ёки NiS лар HCl ёки H_2SO_4 ларда эрмайди, улар фақат кучли оксидловчи хусусиятига эга бўлган HNO_3 да эрийдилар.

3.6- қисмнинг баъзи масалаларининг ечимлари.

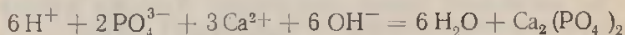
7а. Темир сульфид хлорид кислота билан қуйидаги тенглама бўйича кимёвий реакцияга киришади:



Бу реакция ҳосил бўлган H_2S ни реакция муҳитидан чиқариб юборишни талаб қилади. Бунинг учун иложи бори-ча FeS майдаланган ҳолда бўлиши, хлорид кислота эса концентранган бўлиши керак. Бу реакция экзотермик бўлганлиги учун ҳар доим эритма совутиб турилса кимёвий мувозанат ўнг томонга силжиган ҳолда давом этади.

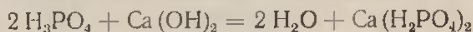
Агар жараён очиқ идишда борса, Ле-Шателье принцига асосан ҳосил бўлган водород сульфид реакция муҳитидан ажралиб чиқаётганда кимёвий мувозанатни ўнгга силжитади ва реакция маҳсулотлар ҳосил бўлиш томонига қараб боради.

8а. Ортофосфат кислота билан кальций гидроксид ўртасидаги реакция қуйидаги тенглама бўйича боради:

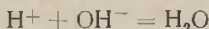


Реакция юқоридаги тенглама асосида бориши учун улар эквивалент миқдорларда олинади.

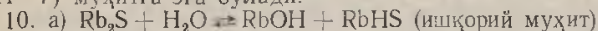
Агар моддалар эквивалент миқдорларда олинмай, H_3PO_4 мўлроқ олинса, ўрта туз ўрнига нордон туз ҳосил бўлади:



Натижада сувда ёмон диссоциланадиган модда, яъни H_2O ҳосил бўлади:

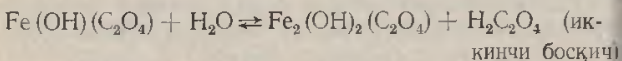
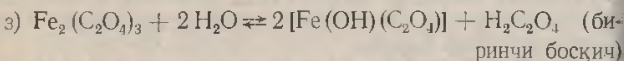
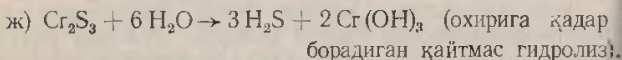
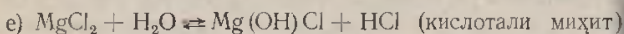
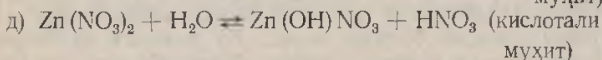
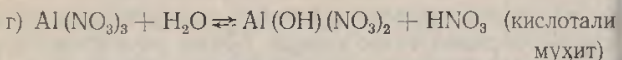
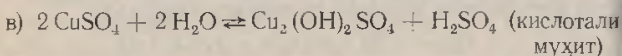
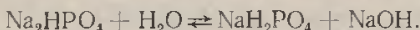


Бу тенглама асосан нейтралланиш реакциясига ўхшаб кетади, чунки эритмада ҳосил бўлган H^+ ионлари эритмадаги OH^- ионлари билан ўзаро бирикиб, ёмон диссоциланадиган электролит H_2O ҳосил қилади. Натижада реакцияда кислотали ион (H^+) ва асосли ион (OH^-) ўзаро бирикканлиги учун ҳосил қилинган эритма нейтрал ($\text{pH}=7$) муҳитга эга бўлади.



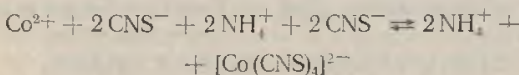
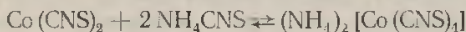
б) $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaOH} + \text{Na}_2\text{HPO}_4$ (ишқорий муҳит).

Мўл сув қўшилганда гидролиз давом этади, лекин H_3PO_4 ҳосил бўлмайди, чунки OH^- ионлари эритмада тупланиши охириги реакция босқичига халақит беради.



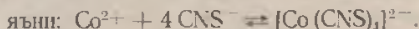
Бу жараённинг учинчи босқичининг боришига эритмада кислота концентрациясининг ортиши халақит беради.

36а. Аммоний роданид билан $\text{Co}(\text{CNS})_2$ ўртасидаги реакция қуйидаги тенглама асосида боради:



Бу реакция қайтардир. Бундан ташқари $[\text{Co}(\text{CNS})_4]^{2-}$ жуда беқарор, шунинг учун унинг диссоциланишини иложи бори-ча камайтирмоқ керак. Бунинг учун концентрланган NH_4CNS эритмасидан мулроқ қўшиб бориш керак.

Бундан шундай хулоса чиқаяптики, эритмадаги Co^{2+} ионлари билан CNS^- ионларини узаро бир-бири билан кўпроқ боғлаб, $[\text{Co}(\text{CN})_4]^{2-}$ ҳосил қилишдир:



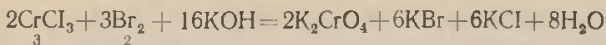
Бундай комплекс бирикманн ҳосил қилиш аналитик кимёда Co^{2+} ионини очишда муҳим аҳамиятга эгадир, чунки Co^{2+} иони ҳосил қилган комплекс бирикма $[\text{Co}(\text{CNS})_2 + \text{NH}_4\text{CNS}]$ эритмаси устига органик эритувчи амил спирти қўшиб чай-қатилганда амил спирт қаватининг кўк рангга бўялиши эритма таркибида Co^{2+} иони борлигидан дарак беради.

7.2. Оксидланиш- қайтарилш реакциялари (4.9.16-қисм)

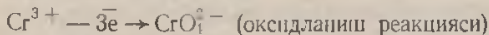
Қуйидаги жавобларда стрелкадан кейин оксидловчи ва қайтарувчиларнинг ўзгариши акс этгирилган, қолган маҳсулотлар келтирилмаган.

- 1) $\text{Al} + \text{KClO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl} + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 +$
- 2) $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} +$
- 3) $\text{HCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{NO} +$
- 4) $\text{Fe} + \text{KNO}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 +$
- 5) $\text{AsH}_3 + \text{HClO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{HCl} +$
- 6) $\text{C} + \text{AlPO}_4 \rightarrow \text{CO} + \text{P} +$
- 7) $\text{KI} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{I}_2 + \text{KCl}$
- 8) $\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{HBr} + \text{S}$
- 9) $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HI}$
- 10) $\text{Al} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}$
- 11) $\text{Co} + \text{HNO}_3$ (суял) $\rightarrow \text{Co}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} +$
- 12) $\text{As} + \text{HNO}_3$ (конц) $\rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NO}_2 +$
- 13) $\text{FeO} + \text{HNO}_3$ (конц) $\rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 +$
- 14) $\text{Se} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4 + \text{HCl}$
- 15) $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{HNO}_3$ (конц) $\rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NO}_2$
- 16) $\text{Na}_2\text{S} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{S} + \text{NaBr}$
- 17) $\text{H}_2\text{S} + \text{HOCl} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$
- 18) $\text{Zn} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{MnSO}_4 +$
- 19) $\text{Al} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 +$
- 20) $\text{NaOCl} + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaCl} + \text{I}_2 +$

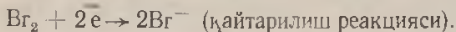
21) Ишқорий шароитда хром хлориднинг бром билан оксидланиш реакцияси қуйидаги тенглама асосида боради:



Бу реакция эритма тарзида ҳам ёки қуруқ ҳолда (қаттиқ моддаларни суюқлантирганда) бориши мумкин. Хромнинг ишқорий муҳитда оксидланиши кислотали муҳитга қараганда анча яхши боради. Реакция пайтида Cr^{3+} иони оксидловчи Br_2 таъсирида учта электрон чиқариб, Cr^{+6} гача оксидланади. Аммо хром эркин ҳолда қолмай, тўртта кислород атомини бириктириб мустаҳкам CrO_4^{2-} анионига айланади:



Бром молекуласи Br_2 кучли оксидловчи бўлганлиги учун иккита электрон бириктириб олиб, 2Br^- ионига айланади:



Тенглама учун коэффициентлар оксидловчи ва қайтарувчиларнинг оксидланиш даражаларининг ўзгаришида чиқариладиган ёки бириктириладиган электронларнинг сони билан аниқланади:

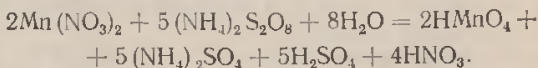


Бу реакцияда Cr^{3+} иони оксидланиб, CrO_4^{2-} ионига айланиши эритмада хром борлигини аниқлаш сифат анализ жараёнида ишлатилади.

- 22) $\text{CaOCl}_2 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{Br}_2 +$
- 23) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{MnSO}_4 +$
- 24) $\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 +$
- 25) $\text{Sb} + \text{KClO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KCl}$
- 26) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{KClO} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{KCl}$
- 27) $\text{MgI}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{MgSO}_4 +$
- 28) $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 29) $\text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{I}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 30) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 31) $\text{MnS} + \text{HNO}_3 \text{ (суюқ)} \rightarrow \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{S} + \text{NO} +$
- 32) $\text{MnS} + \text{HNO}_3 \text{ (конц)} \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{NO}_2 +$
- 33) $\text{Cu}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \text{ (конц)} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 +$
- 34) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
- 35) $\text{Se} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{NO}$
- 36) $\text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 37) $\text{NaVO}_3 + \text{H}_2\text{S} + \text{HCl} \rightarrow \text{S} + \text{VOCl}_2 +$
- 38) $\text{NaAsO}_2 + \text{I}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaH}_2\text{AsO}_4 + \text{NaI} +$
- 39) $\text{SnCl}_2 + \text{Na}_2\text{WO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{W}_2\text{O}_5 + \text{SnCl}_4 +$

- 40) $KI + H_2SO_5 \rightarrow I_2 + K_2SO_4$
 41) $CaOCl_2 + H_2O_2 \rightarrow O_2 + CaCl_2 +$
 42) $MnSO_4 + KClO_3 + KOH \rightarrow K_2MnO_4 + KCl +$
 43) $Na_2CrO_3 + PbO_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + PbCrO_4 +$
 $+ Na_2[Pb(OH)_4]$
 44) $H_2C_2O_4 + KClO_3 \rightarrow K_2CO_3 + CO_2 + ClO_2$
 45) $Hg + NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + Hg_2SO_4 + NO$
 46) $AsH_3 + KMnO_4 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow H_3AsO_4 + MnSO_4 +$
 47) $Na_2SO_3 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 +$
 48) $FeSO_4 + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO +$
 49) $Na_2SeO_3 + Cl_2 + NaOH \rightarrow Na_2SeO_4 + NaCl +$
 50) $NaNO_2 + O_3 \rightarrow NaNO_3 + O_2$
 51) $H_2O_2 + Ag_2O \rightarrow O_2 + Ag + H_2O$
 52) $H_2SO_3 + H_3AsO_4 \rightarrow H_2SO_4 + H_3AsO_3$
 53) $SO_2 + V_2O_5 \rightarrow V_2O_4 + SO_3$
 54) $FeSO_4 + O_2 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 +$
 55) $SO_2 + SeO_2 + H_2O \rightarrow Se + H_2SO_4$
 56) $Na_3AsO_3 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow Na_3AsO_4 + Cr_2(SO_4)_3 +$
 57) $Na_3AsO_3 + AgNO_3 \rightarrow Na_3AsO_4 + Ag + NO_2$
 58) $SO_2 + NaIO_3 + H_2O \rightarrow I_2 + Na_2SO_4 + H_2SO_4$
 59) $Cd + HNO_3 \text{ (суюл)} \rightarrow NO + Cd(NO_3)_2 +$
 60) $Sn + HNO_3 \text{ (суюл)} \rightarrow N_2O + Sn(NO_3)_2 +$
 61) $Co + HNO_3 \text{ (жуда суюл)} \rightarrow N_2 + Co(NO_3)_2 +$
 62) $Na_2S_2O_4 + AgCl + NH_4OH \rightarrow (NH_4)_2SO_3 + NaCl + Ag +$
 63) $Au + H_2SeO_4 \text{ (конц)} \xrightarrow{H^+} Au_2(SeO_4)_3 + H_2SeO_3$
 64) $Sb_2O_3 + Br_2 + KOH \rightarrow KSbO_3 + KBr +$
 65) $NH_3 + SeO_2 \rightarrow Se + N_2 +$
 66) $AgNO_3 + AsH_3 + H_2O \rightarrow Ag + H_3AsO_4 + HNO_3$
 67) $SnCl_2 + HNO_2 + HCl \rightarrow SnCl_4 + NO +$
 68) $HNO_2 + Br_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + HBr$
 69) $Cr_2(SO_4)_3 + Br_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + NaBr$
 70) $Na_2S_2O_3 + SeO_2 + H_2O \rightarrow Se + Na_2S_4O_6 +$
 71) $CrBr_3 + H_2O_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + NaBr$
 72) $C + Ag_2SeO_3 \rightarrow Ag_2Se + CO_2$

73) Нейтрал муҳитда $Mn(NO_3)_2$ нинг аммоний персульфат $(NH_4)_2S_2O_8$ билан оксидланиши қуйидаги тенглама асо-сида боради:

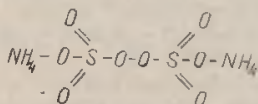


Бу реакция жуда оз миқдорда олинган $AgNO_3$ катализатор иштирокида боради. Агар $AgNO_3$ иштирок этмаса, у ҳолда

марганец фақат MnO_2 гача оксидланади ва қизғиш бинафша рангли эритма ҳосил бўлмайди.

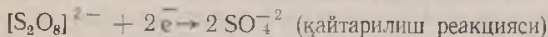
Реакция давомида электронлар алмашинуви содир бўлади, яъни Mn иони $^{2+}$ қайтарувчи хоссасини намоён қилиб, бешта электрон чиқаради ва MnO_4^- ионига айланади (қизғиш — бинафша ранг).

$Mn^{2+} - 5e^- \rightarrow MnO_4^-$ (оксидланиш реакцияси), $(NH_4)_2S_2O_8$ молекуласи эса

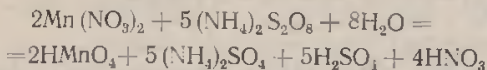


ҳолда бўлиб, $[O_2]^{2-}$ оксидловчидир.

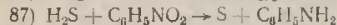
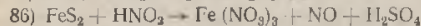
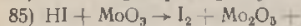
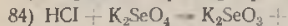
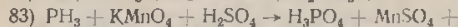
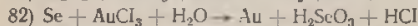
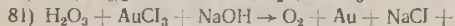
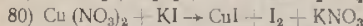
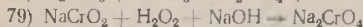
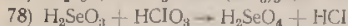
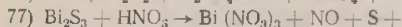
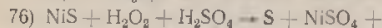
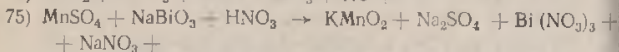
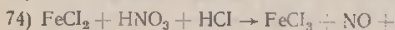
У иккита электрон қабул қилиб, қайтарилади:



Тенглама коэффицентлари чиқарилган ва бириктирилган электронлар сонига қараб белгиланади:



Бу реакция аналитик кимёда Mn^{2+} ионини топишда унинг икки валентлидан етти валентлига ўтганда (қизғиш-бинафша) эритма рангининг ўзгаришига қараб аниқлашда муҳим роль ўйнайди.



- 88) $\text{FeCl}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{I}_2 + \text{FeCl}_2$
- 89) $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnSO}_4 +$
- 90) $\text{Zn} + \text{S} \rightarrow \text{ZnS}$
- 91) $\text{SnCl}_2 + \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{SnCl}_4 + \text{FeCl}_2$
- 92) $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 +$
- 93) $\text{Zn} + \text{KNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{NH}_3 +$
- 94) $\text{I}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HIO}_3 + \text{NO}_2 +$
- 95) $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 +$
- 96) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O} +$
- 97) $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Ag} + \text{O}_2 +$
- 98) $\text{NH}_4\text{OH} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{N}_2 +$
- 99) $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{MnSO}_4 +$
- 100) $\text{CH}_3\text{OH} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HCOOH} + \text{MnSO}_4 +$
- 101) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow \text{CrCl}_3 + \text{Cl}_2 +$
- 102) $\text{Cu}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2$
- 103) $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
- 104) $\text{PbS} + \text{O}_3 \rightarrow \text{PbSO}_4$
- 105) $\text{NaI} + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{I}_2 + \text{MnSO}_4$
- 106) $\text{PbO}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{HNO}_3 = \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{HMnO}_4$
- 107) $\text{KOH} + \text{ClO}_2 = \text{KClO}_2 + \text{KClO}_3$
- 108) $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CrO}_4$
- 109) $\text{Al} + \text{HNO}_3 = \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}$
- 110) $\text{KMnO}_4 + \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{KNO}_3$
- 111) $\text{NaNO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{O}_2$
- 112) $\text{FeSO}_4 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 113) $\text{KCl} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KClO} +$
- 114) $\text{HgCl}_2 + \text{SnCl}_2 \rightarrow \text{SnCl}_4 + \text{Hg}_2\text{Cl}_2$
- 115) $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
- 116) $\text{P} + \text{HNO}_3 = \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}$
- 117) $\text{Pb} + \text{HNO}_3 = \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2$
- 118) $\text{KNO}_3 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{KIO}_3 + \text{NO}$
- 119) $\text{AsH}_3 + \text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{Ag}$
- 120) $\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

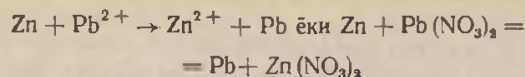
7.3. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига миқдорий тавсиф (5.15- қисм)

4. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ва $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ тузлари эритмасига туширилган рух ва қурғошин электродларидан тузилган гальваник элемент қуйидагича ишлайди:

катодда: $\text{Zn} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}^{2+}$ (оксидланиш)

анодда: $\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$ (қайтарилиш)

Занжирда қуйидагича оксидланиш-қайтарилиш реакцияси боради:

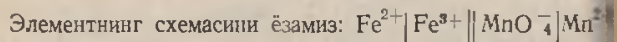
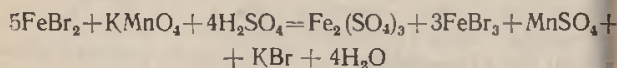


Бу гальваник элементда оксидловчи ва қайтарувчи электродларнинг потенциаллар айирмасининг ЭЮК кучини ҳисоблаймиз:

$$E = E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}}^0 - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 = 0,13 - (0,76) = 0,89 \text{ В}$$

лади.

15. Реакция тенгламасини тузамиз:



Гальваник жуфтнинг потенциалини топамиз:

$$\text{Fe}^{2+} | \text{Fe}^{3+} \quad E^0 = +1,15 \text{ В;}$$

$$\text{MnO}_4^- | \text{Mn}^{2+} \quad E^0 = +1,51 \text{ В.}$$

Реакциянинг ЭЮК ни ҳисоблаймиз:

$$\text{ЭЮК} = 1,51 - (+1,15) = 1,36 \text{ В.}$$

ЭЮК нинг қиймати мусбат бўлганлиги KMnO_4 кислотали муҳитда FeBr_2 ни оксидлаши мумкин эканлигидан далолат беради.

29. Гальваник жуфтнинг потенциалини топамиз:

$$E_{\text{Hg}/\text{Hg}^{2+}}^0 = +0,850 \text{ В; } E_{\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}}^0 = +0,337 \text{ В.}$$

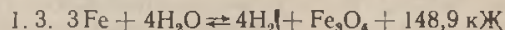
Реакциянинг ЭЮК ни топамиз:

$$\text{Hg} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{E} = E_{\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}}^0 - E_{\text{Hg}/\text{Hg}^{2+}}^0 = +0,337 - (+0,850) = -0,513 \text{ В.}$$

ЭЮК нинг қиймати манфий бўлганлиги учун симоб мисни унинг бирикмалари таркибидан сиқиб чиқара олмайди, аксинча мис симобни унинг бирикмалари таркибидан сиқиб чиқаради.

7.4. Кимёвий тенгламалар тузиш бўйича машқларнинг жавоблари

7.4.1. Водород, кислород, водород пероксид (6.1- қисм)



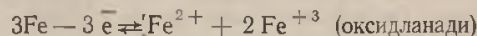
Бу реакция асосан чуғланган ҳолдаги темир кукуни устидан юқори ҳароратли сув буғи ўтказилганда боради.

Бу реакция экзотермик бўлганлиги учун иссиқлик ажралиши билан боради. Шунинг учун Ле-Шателье принципи бўйича температура пасайтирилса, кимёвий мувозанат кўпроқ ўнг томон силжиб, кўпроқ водород ажралиб чиқади. Аксинча, температура кўтарилса, кимёвий мувозанат чап томонга силжийди. Агар температура жуда пасайтирилса, реакция тезлиги пасайиб химиявий мувозанат секин қарор топиб, водороднинг ажралишини сезиб бўлмайди.

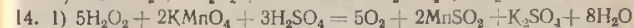
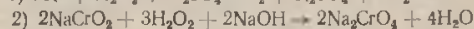
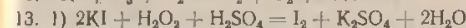
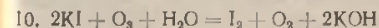
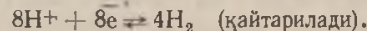
Бундай реакциянинг мувозанат константаси қуйидагича бўлади:

$$K = \frac{[\text{H}_2]^4}{[\text{H}_2\text{O}]^4}$$

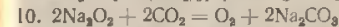
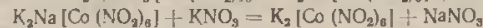
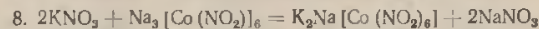
яъни, кимёвий мувозанатни водороднинг концентрациясини кўпайтириш ёки камайитиш ёхуд сув буғининг концентрациясини ошириш орқали маълум бир томонга силжитиш мумкин. Аммо қаттиқ моддалар Fe ёки Fe_3O_4 нинг миқдори мувозанатга таъсир қилмайди. Реакцияда темир электрон чиқариб, мусбат ионга айланади:



Сув молекуласида водород ионлари оксидловчи хоссасини намён қилиб, электронларни бириктириб оладилар:



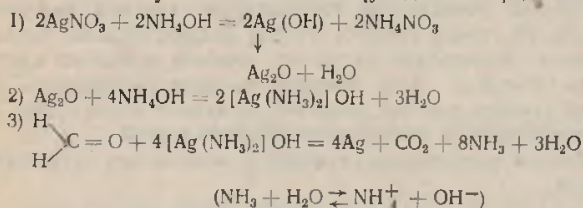
7.4.2. Ишқорий металллар (6.2- қисм)



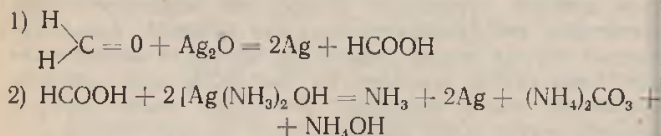
7.4.3. Мис, қумуш, олтин (6.3- қисм)

9. 1) $\text{CuCl} + \text{HCl} = \text{H}[\text{CuCl}_2]$
 2) $\text{CuCl} + 2\text{NH}_4\text{OH} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$
 14. $\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CuCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
 $\text{CuCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 $\text{CuCO}_3 + \text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ (ёки $[\text{CuOH}]_2\text{CO}_3$)
 $2\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = [\text{CuOH}]_2\text{CO}_3 + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2$

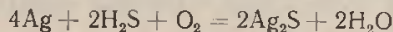
20. «Кумуш кўзгу» жараёни қуйидагича содир бўлади. Формальдегид (HCHO) кучли қайтарувчи бўлиб, кумуш оксидини металл ҳолигача қайтарди. Унинг қайтарувчанлик хоссаси намён бўлган тенгламаси қуйидагича ифодалаймиз:



Баъзи бир ўқув қўлланмаларда «кумуш кўзгу» реакциясининг тенгламаси қуйидагича ифодаланади:



25. Кумуш буюмларининг очиқ ҳавода қорайиб қолишининг сабаби ҳаво таркибидаги нам, кислород ва водород сульфидининг таъсиридандир.

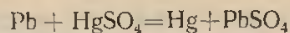
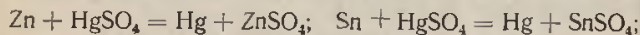


7. 4. 4. Бериллий, магний ва ишқорий-ер металлари (6.4-қисм)

5. $2\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 4\text{NaNO}_3 + \text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$
 $\text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + 3\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
 16. 1) $\text{CaH}_2 + \text{O}_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$

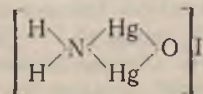
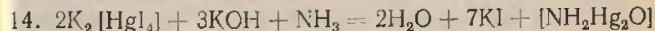
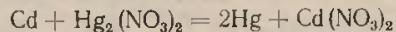
7. 4. 5. Рух, кадмий, симоб (6.5-қисм)

2. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияси қуйидагича бо-
ради:



Лабораторияда симобни тозалаш учун таркибида 5% симоб (II) нитрати билан суюлтирилган HNO_3 эритмасига филтёр орқали ўтказилади. Филтёрдан ўтган симоб чангдан тозаланади, шунингдек барча бошқа металллар нитрат кислота эритмасида қолади, яъни активлик қаторида симобдан олдин турган металллар кислота эритмасида қоладилар.

Масалан:



7. 4. 6. Бор, алюминий ва скандий группачаси (6.6-қисм)

20. 1) $2\text{Al} + \text{KClO}_3 = \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{KCl}$
 2) $2\text{Al} + 3\text{Na}_2\text{O}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{Na}_2\text{O}$
 3) $2\text{Al} + 2\text{KMnO}_4 = 2\text{MnO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O}$

7. 4. 7. Углерод, кремний, қалай, қўرғошин ва титан группачаси (6.1-қисм)

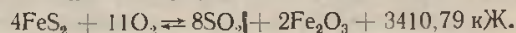
35. $3\text{Na}_2\text{SnO}_2 + 2\text{Bi}(\text{OH})_3 = 2\text{Bi} + 3\text{Na}_2\text{SnO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
 48. $\text{SnCl}_4 + 2\text{NH}_4\text{Cl} = (\text{NH}_4)_2[\text{SnCl}_6]$

7. 4. 8. Азот, фосфор, мишьяк, сурьма, висмут ва ванадий группачаси (6.8-қисм)

12. $5\text{N}_2\text{H}_4 + 4\text{KMnO}_4 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{N}_2 + 4\text{MnSO}_4 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 16\text{H}_2\text{O}$
 25. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 = \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 $3\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 39. $2\text{NO}_2 + \text{O}_3 = \text{N}_2\text{O}_5 + \text{O}_2$
 $2\text{S} + 2\text{NO}_2 = 2\text{SO}_2 + \text{N}_2$
 $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 = \text{SO}_3 + \text{NO}$
 $2\text{KI} + 2\text{NO}_2 = \text{I}_2 + 2\text{KNO}_2$
 44. $3\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_3 = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{PH}_3$
 51. $2\text{P}_2\text{O}_5 + 15\text{HF} = 2\text{H}(\text{PF}_6) + \text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7\text{F} + \text{HPO}_3\text{F} + 5\text{H}_2\text{O}$
 66. $\text{As}_2\text{O}_3 + 2\text{HOCl} + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{HCl}$

7. 4. 9. Олтингурут, селен ва теллур (6.9-қисм)

15. 5). Темир колчедани (пирит) ни кислород билан оксидланиши қуйидаги умумий тенглама асосида боради:



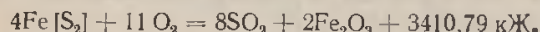
Реакция экзотермик бўлганлиги учун жараёнда ажралиб чи-

қадиган иссиқлик пиритни ёниши учун етарли бўлиб, қўшимча температура беришга ҳожат қолмайди.

Пиритни иложи борича майдалаб, кислороднинг концентрациясини пасайтирмаган ҳолда реакция олиб борилса, реакция нормал ҳолда кетади:

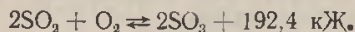
$$K = \frac{[SO_2]^8}{[O_2]^{11}}$$

Реакциянинг асл маъноси электронлар алмашинувидир. FeS_2 молекуласи қайтарувчи, уни $Fe^{2+} [S_2]^{2-}$ ҳолда, яъни Fe^{2+} иони бир электрон чиқариб, $[S]^{-2}$ эса ўнта электрон чиқаради (бу молекула ҳаммаси бўлиб 11 та электрон чиқаради) ва 2 та SO_2 билан Fe^{+3} ҳосил бўлади. Кислород молекуласи тўртта электрон бириктириб $2O^{-2}$ гача қайтариледи. Шундай қилиб, реакция тенгламасини қуйидагича ёзиш мумкин:



Сульфат кислота ишлаб чиқариш саноатида бу реакциядан SO_2 газини олиш учун фойдаланилади.

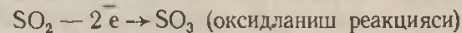
17. 1). Ҳаво кислороди ёрдамида сульфит ангидрид оксидланиб сульфат ангидридга айланиш реакцияси қуйидагича боради:



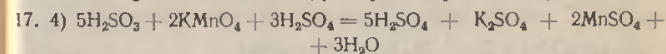
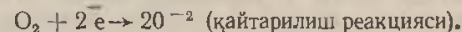
Бу реакция экзотермик бўлиб, катта иссиқлик ажралади ва ҳажм эса камаяди. Ле-Шателье принципи бўйича реакция тезлиги температура пасайтирилганда SO_3 нинг кўпроқ ҳосил бўлишига олиб келади. Шунингдек, реакция тезлиги бўйича реакцияга қадар бўлган моддаларнинг молекула сонлари билан реакциядан кейин ҳосил бўлган моддаларнинг молекула сонлари ўзгариши оқчали борадиган реакцияларга босим таъсир этади ва унумдорликни орттиради. Демак, юқоридаги реакцияга ҳам босим таъсир эттирилса, кўпроқ маҳсулот ҳосил бўлади, яъни кимёвий мувозанат чапдан ўнга томон силжийди. Босимни қанча оширсак, SO_2 молекулалари билан O_2 молекулалари шунча тез-тез учрашиб SO_3 кўпроқ ҳосил бўлишига олиб келади.

Температуранинг кутарилиши, босимни пасайиши кимёвий мувозанатни шунчалик кўпроқ ўнгдан чапга боришига, яъни ҳосил бўлган маҳсулотни парчаланиб кетишига олиб келади. Бу реакцияда SO_2 ни SO_3 га айланишида катализаторлар V_2O_5 ва Ag_2VO_4 нинг аҳамияти жуда каттадир. За-

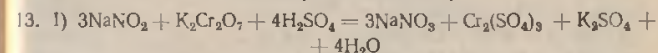
вода SO_2 ни SO_3 га айланттириш $440^\circ C$ ва юқоридаги катализаторлар ёрдамида 96% га қадар етади. Бу реакцияда SO_2 қайтарувчи бўлиб, иккита электронини беради ва SO_3 га қадар оксидланади:



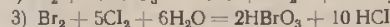
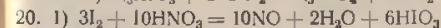
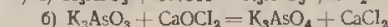
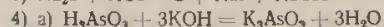
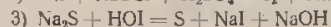
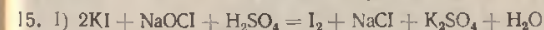
O_2 оксидловчи бўлиб, тўртта электрон бириктириб $2O^{-2}$ гача қайтариледи.



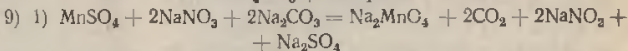
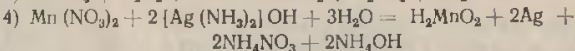
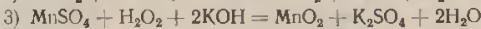
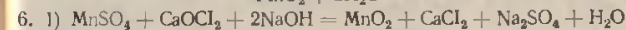
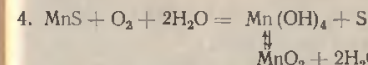
7. 4. 10. Хром, молибден, вольфрам (6. 10-қисм) га оид масалаларнинг ечимлари.



7. 4. 11. Галогенлар (6. 11-қисм) га оид масалаларнинг ечимлари

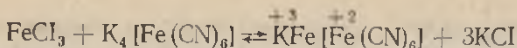


7. 4. 12. Марганец (6. 12-қисм) га оид масалаларнинг ечимлари



7. 4. 13. Темир ва платина оиласидаги металллар (6. 13-қисм) га оид масалаларнинг ечимлари

6. 1) $FeCl_3$ тузи эритмаси билан сариқ қон тузи $K_4[Fe(CN)_6]$ ўртасидаги кимёвий реакция кўк рангли «Берлин сири» ҳосил бўлиши билан боради:



«Берлин сири» сувда эримайди, аммо оксалат кислотата эрийди (сиёҳ ранг). Шунингдек, концентрланган хлорид кислотата ҳам эрийди. «Берлин сири» ни ҳосил қилишда энг қулай шароит кучсиз кислотали муҳитдир. Бундай шароитда у гидролизга учрамайди. Аммо кучли кислотали муҳитда у тезда эриб кетади. Ишқорий муҳитда «Берлин сири» ни чуқутириб бўлмайди, чунки у парчаланиб кетади. Техникада «Берлин сири» буюқ сифатида ишлатилади. Аналитик кимёда эса Fe^{3+} ионини очишда муҳим реактив ҳисобланади.

7. $2\text{K}_4 [\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{Cl}_2 = 2\text{K}_3 [\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{KCl}$
 $5\text{K}_4 [\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{K}_3 [\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{MnSO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
12. $\text{CoCl}_2 + \text{KOH} = \text{Co}(\text{OH})\text{Cl} \downarrow + \text{KCl}$
 $\text{Co}(\text{OH})\text{Cl} + \text{KOH} = \text{Co}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{KCl}$
 $4\text{Co}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Co}(\text{OH})_3 \downarrow$
13. $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{OH} = \text{Co}(\text{OH})\text{NO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{NO}_3$
 $\text{Co}(\text{OH})\text{NO}_3 + 7\text{NH}_4 = [\text{Co}(\text{NH}_3)_6](\text{OH})_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
22. $2\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Ni}(\text{OH})_3 + 2\text{HBr}$
 $2\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{CaOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Ni}(\text{OH})_3 + \text{CaCl}_2$

7. 4. 14. Лантоноидлар (6.14-қисм) га оид масалалар ечимлари.

9. 1) $5\text{SmCl}_2 + \text{KMnO}_4 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{Sm}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SmCl}_3 + \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + 4\text{HCl} + 4\text{H}_2\text{O}$
- 2) $6\text{EuSO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Eu}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 7\text{H}_2\text{O}$
- 3) $2\text{YbCl}_2 + \text{KOCI} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Yb}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KCl} + 4\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}$
14. 1) $\text{H}_2\text{O}_3 + 2\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 = \text{O}_2 + \text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- 2) $2\text{KI} + 2\text{CeO}_2 + 8\text{HCl} = \text{I}_2 + 2\text{CeCl}_3 + 2\text{KCl} + 4\text{H}_2\text{O}$

7. 4. 15. Актиноидлар (6.15-қисм) га оид масалалар ечимлари.

1. 1) $\text{U}_3\text{O}_8 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{UO}_2\text{SO}_4 + \text{U}(\text{SO}_4)_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- 2) $3\text{U}_3\text{O}_8 + 18\text{HCl} + 2\text{HNO}_3 = 9\text{UO}_2\text{Cl}_2 + 2\text{NO} + 10\text{H}_2\text{O}$
3. 1) $2\text{UCl}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{UO}_2\text{Cl}_2 + 4\text{HCl}$
- 2) $2\text{U}(\text{SO}_4)_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{UO}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$
11. 1) $\text{K}_4 [\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{UO}_2\text{Cl} = (\text{UO}_2)_2 [\text{Fe}(\text{CN})_6] + 4\text{KCl}$
- 2) $(\text{UO}_2)_2 [\text{Fe}(\text{CN})_6] + 6\text{KOH} = \text{K}_4 [\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{K}_2\text{U}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{O}$
12. 1) $2\text{UO}_2\text{Cl}_2 + 6\text{NH}_4\text{OH} = (\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7 + 4\text{NH}_4\text{Cl} + 3\text{H}_2\text{O}$
- 2) $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7 + 4(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2(\text{NH}_4)_2[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_2] + 6\text{NH}_4\text{OH}$

ИЛОВАЛАР

1- илова

Баъзи моддаларнинг хосил бўлиш иссиқликлари

Моддалар	$\Delta H_{\text{х.б.}} -1$ кЖ·моль	Моддалар	$\Delta H_{\text{х.б.}} -1$ кЖ·моль
1	2	3	3
SO ₃ (r)	— 395,30	Na ₂ O (κ)	— 416,3
H ₂ O (б)	— 241,83	NaOH (κ)	— 428,00
H ₂ O (с)	— 285,91	NaCl (κ)	— 413,00
CO (r)	— 110,55	NaBr (κ)	— 361,80
CO ₂ (r)	— 393,62	NaI (κ)	— 290,00
SO ₂ (r)	— 297,00	Na ₂ SO ₄ (κ)	— 1396,00
NO (r)	+ 90,40	Mg (OH) ₂ (κ)	— 924,90
NO ₂ (r)	+ 33,50	MgCl ₂ (κ)	— 642,00
NH ₃ (r)	— 46,20	MgBr ₂ (κ)	— 518,00
HCl (r)	— 92,33	MgCO ₃ (κ)	— 1113,00
HBr (r)	— 36,60	MgSO ₄ (κ)	— 1279,00
HI (r)	+ 26,30	CaO (κ)	— 636,00
H ₂ S (r)	— 20,15	Ca (OH) ₂ (κ)	— 987,00
CH ₄ (r)	— 74,87	CaF ₂ (κ)	— 1215,00
C ₂ H ₆ (r)	— 84,69	CaCl ₂ (κ)	— 795,00
C ₂ H ₄ (r)	+ 52,30	Al ₂ O ₃ (κ)	— 1670,20
C ₂ H ₂ (r)	+ 226,80	Al ₂ (SO ₄) ₃ (κ)	— 3435,80
C ₆ H ₁₄ (с)	— 198,90	Fe ₂ O ₃ (κ)	— 816,72
C ₆ H ₆ (б)	+ 83,20	FeSO ₄ (κ)	— 923,00
C ₆ H ₆ (с)	+ 48,00	CuO (κ)	— 155,00
CH ₃ OH (с)	— 238,60	CuSO ₄ (κ)	— 770,00
C ₂ H ₅ OH (с)	— 277,70	MnO (κ)	— 385,00
CH ₃ COOH (с)	— 484,00	MnSO ₄ (κ)	— 1064,00
C ₃ H ₈	+ 24,6	NH ₃ (r)	— 11,0
C ₄ H ₁₀	+ 29,5	N ₂ O (r)	+ 19,5
C ₅ H ₁₂	+ 34,5	NO (r)	+ 21,6
C ₆ H ₁₄	+ 39,5	P ₂ O ₅ (r)	— 360,0
C ₇ H ₁₆	+ 65,4	H ₂ S (r)	— 4,8
C ₁₀ H ₈	+ 258,7	CS ₂	— 27,6
CH ₃ COCH ₃	+ 149,7	Li ₂ O (κ)	— 142,3
Na ₂ O ₂	— 119,2	Ba ₂ O ₃ (κ)	— 349,0
FeO	— 64,5	H ₂ SO ₄ (с)	53,2

Тузларнинг эрувчанлиги

Катионлар	Анионлар																				
	NO_2^-	NO_3^-	Cl^-	Br^-	I^-	F^-	CN^-	SCN^-	S^{2-}	CH_3COO^-	OH^-	CO_3^{2-}	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	SO_4^{2-}	CrO_4^{2-}	SiO_3^{2-}	AsO_3^{3-}	AsO_4^{3-}	PO_4^{3-}	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$
Na^+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K^+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NH_4^+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1
Mg^{2+}	1	1	1	1	1	4	1	1	2	1	3	3	1	1	1	3	1	3	3	2	1
Ca^{2+}	1	1	1	1	1	5	1	1	2	1	2	3	4	2	2	3	3	3	3	4	3
Sr^{2+}	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	2	3	4	4	3	3	3	3	3	1	1
Ba^{2+}	1	1	1	1	1	5	2	1	1	1	1	3	3	5	4	3	3	3	3	1	4
Al^{3+}	6	1	1	1	1	2	6	1	6	6	3	6	3	1	1	5	6	3	4	—	—
Cr^{3+}	6	1	1	1	1	1	6	1	6	6	3	6	2	1	3	3	6	3	4	—	—
Zn^{2+}	1	1	1	1	1	1	3	1	4	1	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3
Mn^{2+}	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	3	3	2	1	1	3	3	3	3	5	3
Ni^{2+}	1	1	1	1	1	1	3	1	4	1	3	3	3	1	3	3	3	3	3	5	5
Co^{2+}	1	1	1	1	1	1	3	1	4	1	3	3	3	1	3	3	3	3	3	5	5
Fe^{2+}	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	3	6	3	1	—	3	3	3	3	5	5
Fe^{3+}	6	1	1	1	—	1	3	1	3	6	3	3	3	1	1	3	3	3	4	1	5
Ag^+	2	1	5	5	5	1	3	3	4	2	3	3	3	2	4	3	3	3	3	5	5
Pb^{2+}	1	1	3	4	4	3	3	2	4	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
$[\text{Hg}_2]^{2+}$	2	1	5	5	5	1	3	3	4	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	—	—
Hg^{2+}	1	1	2	2	5	1	1	1	5	1	3	3	3	1	4	3	3	3	3	5	—
Cu^{2+}	1	1	1	1	—	3	3	3	3	1	3	3	3	1	1	3	8	3	4	5	5
Bi^{3+}	6	1	6	6	3	—	—	—	3	6	3	6	3	6	3	6	3	3	3	3	3
Cd^{2+}	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3
Sn^{+2}	6	1	1	1	1	1	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	3	3	5	5

Белгилар: 1 — сувда эрувчилар; 2 — сувда қийинлик билан эрувчилар; 3 — сувда эримайдиган, аммо минерал ва органик кислоталарда осон эрувчилар; 4 — сувда эримайдиган, аммо органик кислоталарда (айниқса сирка кислотатада) эрувчилар; 5 — сувда ҳамда кислоталарда эримайдиганлар; 6 — гидролизланувчилар.

Кучсиз электролитлар эритмаларининг диссоциланиш
константалари (25°C, C = 0,1 н)

Электролитларнинг номи	Диссоциланиш тенгламаси	Диссоциланиш константаси (K)
Бир асосли		
Сув	$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$	$1,8 \cdot 10^{-10}$
Нитрит кислота	$HNO_2 \rightleftharpoons H^+ + NO_2^-$	$4,5 \cdot 10^{-4}$
Йодат кислота	$HIO_3 \rightleftharpoons H^+ + IO_3^-$	$1,67 \cdot 10^{-1}$
Икки асосли		
Селенит кислота	$H_2SeO_3 \rightleftharpoons H^+ + HSeO_3^-$	$3,5 \cdot 10^{-3}$
	$HSeO_3^- \rightleftharpoons H^+ + SeO_3^{2-}$	$15 \cdot 10^{-8}$
Водород сульфид	$H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$	$1,08 \cdot 10^{-7}$
	$HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-}$	$2,0 \cdot 10^{-16}$
Теллурат кислота	$H_2TeO_4 \rightleftharpoons H^+ + HTeO_4^-$	$6,0 \cdot 10^{-7}$
	$HTeO_4^- \rightleftharpoons H^+ + TeO_4^{2-}$	$4,0 \cdot 10^{-11}$
Силикат кислота	$H_2SiO_3 \rightleftharpoons H^+ + HSiO_3^-$	$2,0 \cdot 10^{-10}$
	$HSiO_3^- \rightleftharpoons H^+ + SiO_3^{2-}$	$1,0 \cdot 10^{-12}$
Карбонат кислота	$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$	$4,31 \cdot 10^{-7}$
	$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$	$5,61 \cdot 10^{-11}$
Хромат кислота	$H_2CrO_4 \rightleftharpoons H^+ + HCrO_4^-$	$1,0 \cdot 10^{-10}$
	$HCrO_4^- \rightleftharpoons H^+ + CrO_4^{2-}$	$3,2 \cdot 10^{-7}$
Оксалат кислота	$H_2C_2O_4 \rightleftharpoons H^+ + HC_2O_4^-$	$5,9 \cdot 10^{-2}$
	$HC_2O_4^- \rightleftharpoons H^+ + C_2O_4^{2-}$	$6,4 \cdot 10^{-5}$
Уч асосли		
Борат кислота	$H_3BO_3 \rightleftharpoons H^+ + H_2BO_3^-$	$6,07 \cdot 10^{-10}$
	$H_2BO_3^- \rightleftharpoons H^+ + HBO_3^{2-}$	$1,8 \cdot 10^{-13}$
	$HBO_3^{2-} \rightleftharpoons H^+ + BO_3^{3-}$	$1,6 \cdot 10^{-14}$
Фосфат кислота	$H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-$	$7,51 \cdot 10^{-3}$
	$H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{2-}$	$6,23 \cdot 10^{-8}$
	$HPO_4^{2-} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{3-}$	$2,2 \cdot 10^{-13}$

Баъзи қийин эрийдиган моддаларнинг эрувчанлик
қўлайтмалари (ЭК)

Бирикма	Эрувчанлик қўлайтмаси	Бирикма	Эрувчанлик қўлайтмаси
1	2	3	4
Ag_2AsO_4	$1,0 \cdot 10^{-22}$	$Al(OH)_3$	$1,0 \cdot 10^{-32}$
$AgBr$	$5,3 \cdot 10^{-13}$	$AlAsO_4$	$1,6 \cdot 10^{-16}$
$AgSCN$	$1,1 \cdot 10^{-12}$	$AlPO_4$	$5,75 \cdot 10^{-19}$
Ag_2CO_3	$8,2 \cdot 10^{-12}$	$BaCO_3$	$5,1 \cdot 10^{-9}$
$AgCl$	$1,78 \cdot 10^{-10}$	$BaCrO_4$	$1,2 \cdot 10^{-10}$
Ag_2CrO_4	$1,1 \cdot 10^{-12}$	$Ba_3(PO_4)_2$	$6,0 \cdot 10^{-39}$
AgI	$8,3 \cdot 10^{-17}$	$BaSO_4$	$1,1 \cdot 10^{-10}$
Ag_2S	$6,3 \cdot 10^{-50}$	$BaSO_3$	$8,0 \cdot 10^{-7}$
Ag_2SO_3	$1,5 \cdot 10^{-14}$	$CaCO_3$	$4,8 \cdot 10^{-9}$
Ag_2SO_4	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$CaCrO_4$	$7,1 \cdot 10^{-4}$
CaC_2O_4	$2,3 \cdot 10^{-9}$	$MgCO_3$	$4,0 \cdot 10^{-5}$
CaF_2	$4,0 \cdot 10^{-11}$	MgF_2	$6,5 \cdot 10^{-9}$
$Ca_3(PO_4)_2$	$2,0 \cdot 10^{-29}$	$Mg(OH)_2$	$6,1 \cdot 10^{-10}$
$CaSO_4$	$2,37 \cdot 10^{-5}$	$Mg_3(PO_4)_2$	$1,1 \cdot 10^{-13}$
$CaSO_3$	$1,3 \cdot 10^{-8}$	MnS	$2,5 \cdot 10^{-10}$
$Co(OH)_2$	$2,2 \cdot 10^{-14}$	$NaIO_4$	$3,1 \cdot 10^{-3}$
CdS	$7,9 \cdot 10^{-27}$	$NiCO_3$	$6,6 \cdot 10^{-9}$
$CoCO_3$	$8,0 \cdot 10^{-13}$	$Ni(OH)_2$	$2,0 \cdot 10^{-15}$
$Cr(OH)_3$	$6,3 \cdot 10^{-31}$	$PbCO_3$	$1,0 \cdot 10^{-13}$
$Cu_3(AsO_4)_2$	$7,6 \cdot 10^{-36}$	PbI_2	$1,1 \cdot 10^{-9}$
CuS	$6,3 \cdot 10^{-36}$	$Pb(OH)_2$	$1,1 \cdot 10^{-20}$
$Cu(OH)_2$	$5,0 \cdot 10^{-20}$	PbS	$2,5 \cdot 10^{-27}$
$FeAsO_4$	$5,8 \cdot 10^{-21}$	$PbSO_4$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
$Fe(OH)_3$	$3,2 \cdot 10^{-38}$	Sb_2S_3	$1,6 \cdot 10^{-93}$
$FePO_4$	$1,3 \cdot 10^{-22}$	SnS	$1,0 \cdot 10^{-25}$
FeS	$5,0 \cdot 10^{-18}$	$ZnCO_3$	$1,45 \cdot 10^{-11}$
HgS	$1,6 \cdot 10^{-52}$	$Zn(OH)_2$	$7,1 \cdot 10^{-18}$
$KClO_4$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	ZnS	$1,6 \cdot 10^{-24}$
$LiPO_4$	$3,2 \cdot 10^{-9}$	$ZnCO_3$	$1,45 \cdot 10^{-11}$

Баъзи моддаларнинг ёниш иссиқлиги*

Модда	Ёниш иссиқлиги	Модда	Ёниш иссиқлиги
Метан	-10397	Гептан	-4765,58
Этан	-1559,8	Октан	-5478,53
Этилен	-1410,43	Нонан	-6170,98
Ацетилен	-1299,13	Декан	-6829,54
Пропан	-2425,9	Бензол	-3277,75
Пропилен	-2061,46	Толуол	-3925,43
Бутан	-3125,45	Ксилоллар	-4560,56
изо- Бутилен	-2722,11	Метаноол	-1209,59
Пентан	-3536,7	Пропаноол	-2012,50
Гексан	-4194,88	Бутаноол	-2673,58
Ацетон	-1829,24	Нафталин	-5145,06
Анилин	-3396,15	Пиридин	-2784,45
Аммиак (азот монок- сидгача ёнади)	-292,25	Сахароза	-5653,84
Аммиак (азотгача ёнади)	-317,15	Сирка кислота	-871,53
Глицерин	-1662,72	Фенол	-3066,87
Глюкоза	-2820,02	Фруктоза	-2829,64
Азот моноксид	-56,48	Водород сульфид (ортиқча O ₂)	-562,75
Лактоза	-5652,58	Водород сульфид (O ₂ етишмаганда)	-263,59
Углерод сульфид	-1102,9	Сульфит ангидрид	-96,23
Мочевина	-634,71	Диэтил эфир	-2765,2

* Суюқ ва қаттиқ моддалар учун кЖ·кг⁻¹, газ моддалар учун кЖ·м³ бирлиги олинган.

25°C да (стандарт) водород электродига нисбатая сувдаги
эритмаларнинг стандарт оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари (E°)

Элементнинг номи ва символи	Электрод жараёни	Стандарт электрод потенциал E°, В
1	2	3
Азот N	$2 \text{NH}_3 = 3 \text{N}_2 + 2 \text{H}^+ + 2\bar{e}$	-3,1
	$2 \text{NH}_2\text{OH} + 2 \text{OH}^- = \text{N}_2 + 4 \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e}$	-3,04
	$(2 \text{NH}_2\text{OH}) \text{H}^+ = \text{N}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{H}^+ + 2\bar{e}$	-1,87
	$\text{N}_2\text{H}_4 + 4 \text{OH}^- = \text{N}_2 + 4 \text{H}_2\text{O} + 4\bar{e}$	-1,16
	$(\text{N}_2\text{H}_4) \text{H}^+ = \text{N}_2 + 5 \text{H}^+$	-0,23
	$2 \text{NH}_3 (\text{газ}) = \text{N}_2 + 6 \text{H}^+ + 6\bar{e}$	+0,057
	$\text{NH}_3 (\text{газ}) + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_2 + 6 \text{H}^+ + 6\bar{e}$	+0,755
	$\text{NO}_2 (\text{газ}) + \text{H}_2\text{O} = \text{NO}_3^- + 2 \text{H}^+ + \bar{e}$	+0,755
	$\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_3^- + 2 \text{H}^+ + 2\bar{e}$	+0,835
	$\text{NH}_4^+ + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_2 + 7 \text{H}^+ + 6\bar{e}$	+0,864
	$\text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + 3 \text{H}^+ + 3\bar{e}$	+0,957
	$\text{NO} + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_2 + \text{H}^+ + \bar{e}$	+1,004
	$\text{NO} + \text{H}_2\text{O} = \text{NO}_2 (\text{газ}) + 2 \text{H}^+ + 2\bar{e}$	+1,049
	$\text{N}_2\text{O} + 5 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{HNO}_3 + 8 \text{H}^+ + 8\bar{e}$	+1,116
	$\text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{HNO}_3 + 10 \text{H}^+ + 10\bar{e}$	+1,246
	$\text{N}_2\text{O} + 3 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{HNO}_2 + 4 \text{H}^+ + 4\bar{e}$	+1,297
	$\text{N}_2 + 4 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{NO}_2 + 8 \text{H}^+ + 8\bar{e}$	+1,363
$\text{N}_2 + 4 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{HNO}_2 + 6 \text{H}^+ + 6\bar{e}$	+1,454	
Алюминий Al	$\text{Al} = \text{Al}^{3+} + 3\bar{e}$	-1,663
	$\text{Al} + 3 \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{H}^+ + 3\bar{e}$	-1,471
	$\text{Al} + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{AlO}_2^- + 4 \text{H}^+ + 3\bar{e}$	-1,262
Барий Ва	$\text{Ba} = \text{Ba}^{2+} + 2\bar{e}$	-2,905
Бериллий Ве	$\text{Be} = \text{Be}^{2+} + 2\bar{e}$	-1,847
	$\text{Be} + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{Be}(\text{OH})_2 + 2 \text{H}^+ + 2\bar{e}$	-1,820
	$\text{Be} + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{BeO}_2^{2-} + 4 \text{H}^+ + 2\bar{e}$	-0,909

1	2	3
Бор В	$B + 4 F^- = BF_4^- + 3 e^-$	-1,04
Бром Вr	$B + 3 H_2O = H_3BO_3 + 3 H^+ + 3 e^-$	-0,869
	$BrO^- + 4 OH^- = BrO_3^- + 2 H_2O + 4 e^-$	+0,54
	$Br^- + 6 OH^- = BrO_2^- + 3 H_2O + 6 e^-$	+0,61
	$Br^- + 2 OH^- = BrO^- + H_2O + 2 e^-$	+0,76
	$2 Br^- = Br_2 (c) + 2 e^-$	+1,065
	$2 Br^- = Br_2 (суюк.) + 2 e^-$	+1,087
	$Br^- + 3 H_2O = BrO_3^- + 6 H^+ + 6 e^-$	+1,44
	$Br_2 + 6 H_2O = 2 BrO_3^- + 12 H^+ + 10 e^-$	+1,52
Ванадий V	$V = V^{2+} + 2 e^-$	-1,175
	$V^{2+} = V^{3+} + e^-$	-0,255
	$2 VO^{2+} + 3 H_2O = V_2O_5 + 6 H^+ + 2 e^-$	+0,958
Висмут Вi	$Bi + H_2O + Cl^- = BiOCl + 2 H^+ + 3 e^-$	+0,16
	$Bi = Bi^{3+} + 3 e^-$	+0,215
	$2 Bi + 3 H_2O = Bi_2O_3 + 6 H^+ + 6 e^-$	+0,371
	$Bi_2O_3 + H_2O = Bi_2O_5 + 2 H^+ + 2 e^-$	+1,607
Водород H	$2 H^- = H_2 + 2 e^-$	-2,251
	$H^- = H^+ + 2 e^-$	-1,125
	$H_2 = 2 H^+ + 2 e^-$	0,000
Вольфрам W	$W + 2 H_2O = WO_2 + 4 H^+ + 4 e^-$	-0,119
	$2 WO_2 + H_2O = W_2O_5 + 2 H^+ + 2 e^-$	-0,031
	$W_2O_5 + H_2O = 2 WO_3 + 2 H^+ + 2 e^-$	-0,029
	$W + 4 H_2O = WO_4^{2-} + 8 H^+ + 6 e^-$	+0,049
Галлий Ga	$Ga = Ga^{3+} + 3 e^-$	-0,529
	$Ga + 3 H_2O = Ga(OH)_3 + 3 H^+ + 3 e^-$	-0,419
	$Ga + 3 H_2O = GaO_3^{3-} + 6 H^+ + 3 e^-$	+0,319
Hf	$Hf = Hf^{4+} + 4 e^-$	-1,700
	$Hf + 2 H_2O = HfO_2 + 4 H^+ + 4 e^-$	-1,505
Германий Ge	$Ge^{2+} + 3 H_2O = H_2GeO_3 + 4 H^+ + 2 e^-$	-0,363
	$Ge + 2 H_2O = GeO_2 + 4 H^+ + 4 e^-$	-0,202
	$Ge + 3 H_2O = H_2GeO_3 + 4 H^+ + 4 e^-$	-0,182

1	2	3
Йод I	$I^- + 6 OH^- = IO_3^- + 3 H_2O + 6 e^-$	+0,260
	$I^- + 2 OH^- = IO^- + H_2O + 2 e^-$	+0,490
	$2 I^- = I_2 (к) + 2 e^-$	+0,536
	$I^- + 3 H_2O = IO_3^- + 6 H^+ + 6 e^-$	+1,085
	$I_2 (к) + 6 H_2O = 2 IO_3^- + 12 H^+ + 10 e^-$	+1,190
Кадмий Cd	$I_2 + 2 H_2O = 2 HIO + 2 H^+ + 2 e^-$	+1,450
	$Cd + 4 NH_3 = [Co (NH_3)_4]^{2+} + 2 e^-$	-0,610
	$Cd = Cd^{2+} + 2 e^-$	-0,403
Калий K	$Cd + 2 H_2O = Cd (OH)_2 + 2 H^+ + 2 e^-$	+0,005
	$K = K^+ + e^-$	-2,924
Кальций Ca	$Ca + 2 OH^- = Ca (OH)_2 + 2 e^-$	-3,030
	$Ca = Ca^{2+} + 2 e^-$	-2,866
Кислород O	$2 OH^- = O_2 + 2 H^+ + 2 e^-$	+0,401
	$H_2O_2 = O_2 + 2 H^+ + 2 e^-$	+0,682
	$2 H_2O = O_2 + 4 H^+ + 4 e^-$	+1,228
	$3 H_2O = O_3 + 6 H^+ + 6 e^-$	+1,511
	$2 H_2O = H_2O_2 + 2 H^+ + 2 e^-$	+1,776
	$O_2 + H_2O = O_3 + 2 H^+ + 2 e^-$	+2,076
Кобальт Co	$Co + 6 NH_3 = [Co (NH_3)_6]^{2+} + 2 e^-$	-0,42
	$Co = Co^{2+} + 2 e^-$	-0,227
	$Co + 2 H_2O = Co (OH)_2 + 2 H^+ + 2 e^-$	+0,095
	$Co^{+2} = Co^{3+} + e^-$	+1,808
Кремний Si	$Si + 2 H_2O = SiO_2 (кварц) + 4 H^+ + 4 e^-$	-0,857
	$Si + 3 H_2O = H_2SiO_3 (к) + 4 H^+ + 4 e^-$	-0,807
	$Si + 3 H_2O = H_2SiO_3 (суюл) + 4 H^+ + 4 e^-$	-0,789
	$SiH_4 = Si + 4 H^+ + 4 e^-$	+0,102
	$Si + 3 H_2O = SiO_3^{2-} + 6 H^+ + 4 e^-$	-0,455
Кумуш Ag	$Ag + 2 S_2O_3^{2-} = [Ag (S_2O_3)_2]^{3-} + e^-$	+0,01
	$Ag + Cl^- = AgCl + e^-$	+0,222
	$Ag + 2 NH_3 (суюл) = [Ag (NH_3)_2]^+$	+0,373
	$2 Ag + CrO_4^{2-} = Ag_2CrO_4 + 2 e^-$	+0,446
	$Ag = Ag^+ + e^-$	+0,799
Литий Li	$Li + Li^+ + e^-$	-3,045

1	2	3
Магний Mg	$Mg = Mg^{2+} + 2\bar{e}$	-2,363
	$Mg + 2 H_2O = Mg(OH)_2 + 2 H^+ + 2\bar{e}$	-1,862
Марганец Mn	$Mn = Mn^{2+} + 2\bar{e}$	-1,179
	$MnO_2^{2-} = MnO_4^- + \bar{e}$	+0,564
	$MnO_2 + 4 OH^- = MnO_4^- + 2 H_2O + 3\bar{e}$	+0,600
	$Mn^{2+} + 2 H_2O = MnO_2 + 4 H^+ + 2\bar{e}$	+1,228
	$Mn^{2+} + 4 H_2O = MnO_4^- + 8 H^+ + 5\bar{e}$	+1,510
	$Mn^{2+} = Mn^{3+} + \bar{e}$	+1,509
	$MnO_2 + 2 H_2O = MnO_4^- + 4 H^+ + 3\bar{e}$	+1,692
	$MnO_2 + 2 H_2O = MnO_4^{2-} + 4 H^+ + 2\bar{e}$	+2,257
Мис Cu	$Cu + S^{2-} = CuS + 2\bar{e}$	+0,790
	$Cu + 2 NH_3 = [Cu(NH_3)_2]^+ + \bar{e}$	-0,120
	$Cu + 4 NH_3 = [Cu(NH_3)_4]^{2+} + 2\bar{e}$	-0,050
	$Cu + Cl^- = CuCl + \bar{e}$	+0,137
	$Cu^+ = Cu^{2+} + \bar{e}$	+0,153
	$Cu = Cu^{2+} + 2\bar{e}$	+0,337
	$Cu = Cu^+ + \bar{e}$	+0,520
	$CuCl = Cu^{2+} + Cl^- + \bar{e}$	+0,538
	$Cu + 2 H_2O = Cu(OH)_2 + 2 H^+ + 2\bar{e}$	+0,609
Молибден Mo	$Mo + 4 H_2O = MoO_4^{2-} + 8 H^+ + 6\bar{e}$	+0,154
	$MoO_2 + H_2O = MoO_3 + 2 H^+ + 2\bar{e}$	+0,320
Мышьяк As	$2 As + 3 H_2O = As_2O_3 + 6 H^+ + 6\bar{e}$	+0,234
	$As + 4 H_2O = AsO_4^{3-} + 8 H^+ + 5\bar{e}$	+0,648
Натрий Na	$Na = Na^+ + \bar{e}$	-2,714
Никель Ni	$Ni + 6 NH_3 (суюл) = [Ni(NH_3)_6]^{2+} + 2\bar{e}$	-0,490
	$Ni = Ni^{2+} + 2\bar{e}$	-0,250
	$Ni + 2 H_2O = Ni(OH)_2 + 2 H^+ + 2\bar{e}$	+0,110
Олтин Au	$Au + 4 Cl^- = AuCl_4^- + 3\bar{e}$	+1,000
	$2 Au + 3 H_2O = Au_2O_3 + 6 H^+ + 6\bar{e}$	+1,457
	$Au = Au^{3+} + 3\bar{e}$	+1,498
	$Au + 3 H_2O = HAuO_3 + 3 H^+ + 3\bar{e}$	+1,565

1	2	3
	$Au = Au^+ + e^-$	+1,692
Рух Zn	$Zn + 4 CN^- = [Zn(CN)_4]^{2-} + 2e^-$	-1,260
	$Zn + 4 NH_3(\text{суюл}) = [Zn(NH_3)_4]^{2+} + 2e^-$	-1,040
	$Zn = Zn^{2+} + 2e^-$	-0,763
Платина Pt	$Pt + 2 OH^- = Pt(OH)_2 + 2e^-$	+0,150
	$Pt + 4 Cl^- = [PtCl_4]^{2-} + 2e^-$	+0,730
	$Pt + 2 H_2O = Pt(OH)_2 + 2 H^+ + 2e^-$	+0,980
	$Pt = Pt^{2+} + 2e^-$	+1,188
Симоб Hg	$Hg + 4 I^- = [HgI_4]^{2-} + 2e^-$	-0,040
	$2 Hg + 2 Cl^- = Hg_2Cl_2 + 2e^-$	+0,2676
	$2 Hg = Hg_2^{2+} + 2e^-$	+0,789
	$Hg = Hg^{2+} + 2e^-$	+0,850
	$Hg_2^{2+} = 2 Hg^{2+} + 2e^-$	+0,920
Рубидий Rb	$Rb = Rb^+ + e^-$	-2,925
Қўрғошин Pb	$Pb + 2 Cl^- = PbCl_2 + 2e^-$	-0,268
	$Pb = Pb^{2+} + 2e^-$	-0,126
	$Pb + 2 H_2O = Pb(OH)_2 + 2 H^+ + 2e^-$	+0,277
	$3 PbO(\kappa) + H_2O = Pb_3O_4 + 2 H^+ + 2e^-$	+0,972
	$Pb_3O_4 + 2 H_2O = 3 PbO_2 + 4 H^+ + 2e^-$	+1,127
	$Pb^{2+} + 2 H_2O = PbO_2 + 4 H^+ + 2e^-$	+1,449
	$PbSO_4 + 2 H_2O = PbO_2 + SO_4^{2-} + 4 H^+ + 2e^-$	+1,685
	$Pb^{2+} = Pb^{4+} + 2e^-$	+1,694
	$PbO(\kappa) + 2 H_2O = PbO_3^{2-} + 4 H^+ + 2e^-$	+2,001
	$Pb_3O_4 + 5 H_2O = 3 PbO_3^{2-} + 10 H^+ + 4e^-$	+2,515
Селен Se	$Se^{2-} = Se + 2e^-$	-0,920
	$H_2Se = Se + 2 H^+ + 2e^-$	-0,400
	$Se + 6 OH^- = SeO_3^{2-} + 3 H_2O + 4e^-$	-0,366
	$SeO_3^{2-} + 2 OH^- = SeO_4^{2-} + H_2O + 2e^-$	+0,050

1	2	3
	$\text{Cl}_2 (\text{суюл}) + 6 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{ClO}_3^- +$	
	$+ 12 \text{H}^+ + 10 \bar{\text{e}}$	+1,463
	$\text{Cl}_2 (\text{r}) + 6 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{ClO}_3^- + 12 \text{H}^+ +$	+1,470
	$+ 10 \bar{\text{e}}$	
	$\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{H}^+ + 2 \bar{\text{e}}$	+1,494
	$\text{Cl}_2 (\text{суюл}) + 2 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{HCl} + 2 \text{H}^+ +$	+1,594
	$+ 2 \bar{\text{e}}$	
	$\text{Cl}_2 (\text{r}) + 2 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{HClO} + 2 \text{H}^+ + 2 \bar{\text{e}}$	+1,630
	$\text{Cl}_2 (\text{суюл}) + \text{H}_2\text{O} = \text{Cl}_2\text{O} (\text{r}) + 2 \text{H}^+ +$	+1,679
	$+ 2 \bar{\text{e}}$	
Хром Cr	$\text{Cr} = \text{Cr}^{2+} + 2 \bar{\text{e}}$	-0,913
	$\text{Cr} = \text{Cr}^{3+} + 3 \bar{\text{e}}$	-0,744
	$\text{Cr} + 3 \text{H}_2\text{O} = \text{Cr} (\text{OH})_3 + 3 \text{H}^+ + 3 \bar{\text{e}}$	-0,654
	$\text{Cr}^{2+} = \text{Cr}^{3+} + \bar{\text{e}}$	-0,407
	$2 \text{Cr} + 7 \text{H}_2\text{O} = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14 \text{H}^+ + 12 \bar{\text{e}}$	+0,294
	$\text{Cr} + 4 \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CrO}_4 + 6 \text{H}^+ + 6 \bar{\text{e}}$	+0,295
	$2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O} = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14 \text{H}^+ + 6 \bar{\text{e}}$	+1,333
	$\text{Cr}^{3+} + 4 \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CrO}_4 + 6 \text{H}^+ + 3 \bar{\text{e}}$	+1,335
Цезий Cs	$\text{Cs} = \text{Cs}^+ + \bar{\text{e}}$	-2,923

АДАБИЁТЛАР

1. Ҳ. Р. Раҳимов. Анорганик химия. Тошкент, «Ўқитувчи», 1984.
2. Л. Полинг. Общая химия. М., «Мир». 1974.
3. М. Х. Қарапетьянц, С. И. Дракин. Общая и неорганическая химия. М., 1981.
4. А. А. Кудрявцев. Составление химических уравнений. М., «Высшая школа», 1991.
5. Н. С. Ахметов. Общая и неорганическая химия. М., «Высшая школа», 1988.
6. Ю. Н. Кукушкин. Химия координационных соединений. М., «Высшая школа», 1981.
7. Н. Л. Глинка. Умумий химия. Тошкент, «Ўқув педагогика нашриёти», 1956.
8. Ғ. Ҳакимов. Химиядан олимпиада масалаларини ечиш. Тошкент, «Ўқитувчи», 1973.
9. И. П. Середа. Химиядан конкурс масалалари. Тошкент, «Ўқитувчи», 1978.
10. Н. Л. Глинка. Задачи и упражнения по общей химии. М., «Химия», 1961.
11. Г. Л. Абкин. Химиядан масала ва машқлар. Тошкент, «Ўқитувчи», 1975.
12. А. Г. Муфтахов, З. Қ. Қодиров. «Анорганик кимёдан контроль масала ва машқлар. Тошкент, ТошДУ, 1988.
13. А. Г. Муфтахов. Химиядан олимпиада масалалари ва уларнинг ечимлари. Тошкент, «Ўқитувчи», 1993.