

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА
ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**АЛ-ХОРАЗМИЙ НОМИДАГИ
УРГАНЧ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**Табиатшунослик ва география факультети
“Умумий кимё” кафедраси**

Ўрозбоева Ёқитжон

Битирув малакавий иш

Мавзу: Тебранма кимёвий реакциялар

Кафедра мудири:

доц. Полвонов Х.Қ.

Урганч 2012.

МУНДАРИЖА

Кириш:

1. Адабиётлар шарҳи

1.1. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари

1.2. Тебранма кимёвий реакциялар

1.3. Тебранма реакцияларнинг кашф қилиниш тарихи

1.4. Б.П. Белоусов реакцияси кашф қилингунча концентрация тебранишларини ўрганишлар

1.5. Белоусов – Жаботинский реакциялари механизми

2. Назарий қисм:

2.1. А. Лотканинг математик модели

2.2. Тебранма реакциялар механизмларини ўрганиш

3. Тажриба қисм

4. Тебранма кимёвий реакцияларнинг амалда қўлланилиш истиқболлари

Хулоса

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

Кириш

Ишнинг долзарблиги. Кимё – тажрибага асосланган фан. Шунинг учун тажриба илмий тадқиқот усули сифатида табиий фанларни ўрганишда муҳим ўрин тутди. Тажриба – кимёни ўқишда назария билан амалиётни боғловчи энг асосий йўл ҳисобланади. Шунинг учун ҳар бир тажрибанинг моҳиятини очиш кимёвий тажрибага қўйилган асосий талаб бўлади.

Тажриба (лот. *«experimentum»* - «синов») деганда бирор ходисанинг бориш йўлини маълум шароитларда кузатишга ва ушбу шароитларда қайта такрорлашга имкон яратадиган кузатишни тушунадилар. Кимёвий тажрида кимёни ўқитишда муҳим роль тутди, чунки кузатувлар ва тажрибалар орқали моддалар табиатининг турлилиги тушунилади, таққослаш, умумлаштириш, хулосалар чиқариш учун далиллар тўпланади.

Тажрибалар ўтказиб ва кимёвий ўзгаришларни кузатиб мураккаб кимёвий жараёнларни бошқариш мумкинлигига, ходисаларда ҳеч қандай сирли томон йўқлигига, улар табиий қонунларга бўйсунушига ва бу қонунлардан фойдаланиб кимёвий

ўзгаришларни одамларнинг амалий фаолиятига кенг киритишга имкон беришини кўришимиз мумкин.

Аmmo айрим кимёвий тажрибалар натижалари кутилмаган бўлади ва моддалар хоссалари ёки кимёвий реакциялар боришини анъанавий тасаввурлари билан ифодалаб бўлмайди. Бундай кимёвий ўзгаришлар муаммоли тажрибалар деб аталган.

Қадим замонлардан файласуфлар барча билимлар хайрон қолишдан бошланади деб ҳисоблаганлар. Янги ходисани кўришдан пайдо бўлган хайронлик қизиқишга олиб келади. Хайрон қолиш ва уни имкон борича ўрганиш муаммоли тажрибани ўрганишда, диалектик ва систематик фикрлашни шакллантиришда, ижодий потенциални очишда асосий омиллар бўлади.

Айнан шу ҳолатга ёрқин, эсда қоларли кимёвий тажрибани кузатишда ҳам эришиш мумкин. Кимёда муаммоли тажрибаларнинг асосий қисмини оксидланиш-қайтарилиш реакциялари ташкил қилади.

Ишнинг мақсади. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари мисолида тебранма кимёвий реакцияларни ўрганиш ва уларни амалиётга татбиқ қилиш борасида ўз фикрларимизни баён қилиш.

Олдимизга қўйган мақсадни амалга ошириш учун қуйидагиларни бажариш керак эди:

- Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари ҳақида умумий маълумотлар тўплаш;
- Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари бориш механизмларини таҳлил қилиш;
- Тебранма кимёвий реакцияларни кашф қилиниш тарихи ва дастблаки манбаларини аниқлаш;
- Тебранма кимёвий реакциялар механизмларини таҳлил қилиш;
- Лаборатория шароитида олиб бориш имкони бўлган тебранма кимёвий реакциялар ҳақида умумий маълумотлар бериш.

Ҳимояга чиқарилади:

- Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари ҳақидаги умумий тушунчалар;
- Тебранма кимёвий реакциялар кашф қилиниш тарихи ва уларни мавжуд турлари ҳақида маълумотлар;
- Тебранма кимёвий реакциялар бориш механизмлари;

- Тебранма кимёвий реакцияларни амалиётда қўллаш истиқболлари.

Ишнинг илмий янгилиги. Тебранма кимёвий реакциялар механизмлари ўрганилган, уларни оралиқ босқичлари аниқланган ва бу босқичларда ранг ўзгаришига сабаб бўладиган омиллар белгиланган. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари асосида борадиган тебранма кимёвий реакцияларни айрим турларини олиб бориш кетма-кетликлари келтирилган.

Ишнинг амалий аҳамияти. Битирув малакавий ишида келтирилган маълумотлар анорганик ва аналитик кимё курсларидан лаборатория машғулотида, шунингдек кимёдан кечалар ва беллашувлар ўтказишда, физикавий кимё курсида реакция тартиби ва молекулярлигини аниқлашда оралиқ босқичлар қўллашда ишлатилиши мумкин.

Битирув малакавий ишини ҳажми ва стурктураси. Битирув малакавий иши кириш, адабиётлар шархи, назарий қисм, тажриба қисми, тебранма реакцияларни амалда қўллаш истиқболлари, хулоса ва 8 номдаги фойдаланилган адабиётлар қисмларидан иборат. Ушбу материаллар ___ бетда берилган бўлиб, ___ жадвалдан иборат.

I-БОБ. АДАБИЁТЛАР ШАРҲИ

1.1. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари

Кимёвий реакцияларни синфлашни кўп сонли критериялари мавжуд. Улардан энг муҳими – элементларнинг оксидланиш даражасини ўзгаришидир. Оксидланиш даражаси ўзгаришига кўра кимёвий реакцияларни оксидланиш даражаси ўзгарадиган ва сақланиб қоладиганларга бўлиш мумкин.

Элементларнинг оксидланиш даражалари ўзгариши билан борадиган реакциялар (оксидланиш-қайтарилиш) кўп ўрганилган. Улар техника ва табиатда катта роль ўйнайдилар, тирик организмларда модда алмашинуви асосини ташкил қиладилар, оксидланиш, чириш, бижғиш, фотосинтез жараёнлари ҳам уларга боғлиқ. Оксидланиш (ва қайтарилиш) жараёнлари ёқилғини ёнишида, металллар коррозиясида, электролизда боради, улар ёрдамида металллар, аммиак, ишқорлар ва бошқа муҳим маҳсулотлар олинади. Шунинг учун оксидланиш-қайтарилиш реакциялари ўрта ва олий мактаб ноорганик ва органик кимё курсларида ўрганилади.

Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари концепцияси билан боғлиқ асосий тушунчаларга тўхталиб ўтсак.

Оксидланиш даражаси маълум элемент кимёвий бирикмада электрманфийлиги юқори элементга ҳосил қилган электрон жуфтлардаги барча электронларини силжитганда ҳосил қилиши мумкин бўлган зарядга тенг бўлади.

Оксидловчи – электронларни қабул қилувчи атомлар ёки ионлар тутувчи модда: X^m (оксидловчи) + $ne^- = X^{(m-n)}$, бу ерда m – элементнинг дастлабки моддадаги оксидланиш даражаси, n – электронлар сони.

Қайтарувчи – электрон берувчи атом ёки ионлар тутган модда: Y^m (қайтарувчи) - $ne^- = Y^{(m+n)}$.

Оксидланиш – атом, молекула ёки ион томонидан электронни бериш жараёни, бунда элементнинг оксидланиш даражаси ошади.

Қайтарилиш – атом, молекула ёки ион томонидан электронларни қабул қилиб олиш жараёни, бунда оксидланиш даражаси пасаяди.

Оксидланиш ва қайтарилиш – биргаликда борувчи жараёнлар, қайтарувчи берган электронлар сони ҳамisha оксидловчи қабул қилган электронлар сонига тенг бўлади.

1.2. Тебранма кимёвий реакциялар

Ушбу битирув малакавий ишида биз муаммоли тажрибанинг хусусий ҳолатини тебранма кимёвий реакцияларни кўриб чиқамиз. Тебранма реакциялар – бу оксидланиш-қайтарилиш хоссасига эга бўлган катализатор иштирокида органик моддаларнинг оксидланиш реакциялари синфи. Ушбу жараён циклик, яъни кўп марта такрорланиш орқали содир бўлади.

Тебранма кимёвий реакциялар 1951 йилда совет олими Борис Петрович Белоусов томонидан кашф қилинган ва ўрганилган. Б.П. Белоусов лимон кислотани натрий гипобромит билан сульфат кислота эритмасида оксидланиши ўрганган. Реакцияни кучайтириш мақсадида у эритмага церий тузини қўшган. Церий – ўзгарувчан валентликли (III ёки IV) металл, шунинг учун у оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида катализатор бўла олади. Реакция CO_2 пуфакчалари чиқиши билан боради, ва шунинг учун барча реакциялар аралашма “қайнаётганга” ўхшайди. Ушбу қайнаш фониде Б. П. Белоусов қизиқарли ходисани кузатди: эритма ранги даврий равишда – сариқдан рангсизгача ўзгариб турди. Белоусов эритмага

икки валентли темирнинг фенантролин билан комплексини (ферроин) кўшди ва эритма ранги даврий равишдан бинафша-кизилдан кўк рангга ва аксинча ўзгаришини кузатди.

Машхур бўлиб қолган ушбу реакция шундай кашф қилинган эди. Ҳозирда у бутун дунёда маълум, бу реакцияни «Белоусов-Жаботинский реакцияси» деб аташади. А. М. Жаботинский ушбу феноменни тушунишда жуда кўп иш қилди. Шундан кейин бундай реакциялар жуда кўп топилган.

1.3. Тебранма реакцияларнинг кашф қилиниш тарихи

Б.П. Белоусов карбон кислоталарнинг ҳужайрада биокимёвий ўзгаришларини айрим босқичларини оддий кимёвий моделини яратиш жараёнида тебранма кимёвий реакцияларни кашф қилган. Аммо унинг ушбу кашфиёти ҳақидаги биринчи хабари чоп қилилмади. Кимёвий журнал тақризчиси мақолада келтирилган реакциянинг бўлишини шубҳа остига олди ва чоп қилишдан воз кечди. Бу вақтда кўпчилик кимёгарлар кимёвий тебранма реакциялар бўлишига ишонишмасдан, аммо 1910 йилларда А.

Лотка даврий жараёнларнинг математик назарияси асосида тебранма реакциялар бўлишини исботлаб берган эди.

Иккинчи бор натижаларни чоп қилишга олим 1957 йилда уриниш қилди ва яна рад жавобини олди, бу вақтга келиб шунга ўхшаш ишлар белгиялик физик ва физик-кимёгар И.Р. Пригожин томонидан чоп қилинган эди. Ушбу ишларда тебранма кимёвий реакциялар мумкинлиги ва эҳтимоллиги кўрсатиб берилган.

Фақат 1959 йилга келиб унчалик оммабоп бўлмаган "Сборник рефератов по радиационной медицине" нашрида Б.П. Белоусов томонидан даврий таъсирли тебранма кимёвий реакциялар кашф қилингани ҳақида қисқа реферат чоп қилинди.

Гап шундаки, Б.П. Белоусов ўз кашфиётини амалга оширганда реагентлар концентрацияларини даврий ўзгариши термодинамика қонунларини бузилиши каби қаралган.

Реакция йўналиши кимёвий (термодинамик) потенциал билан белгиланади – реакция эҳтимоллиги энг катта бўлган йўналишда, системанинг эркин энергияси камайиш йўналишида содир бўлади. Ушбу йўналишда реакция тугаганда, унинг потенциали тугайди, термодинамик мувозанат қарор топади, ва энергия сарфламасдан реакция тескари йўналишда кетиши мумкин бўлмайди. Бизнинг

хололда эса реакция қарама-қарши йўналишларда маълум вақт интервали билан бориб туради.

Аммо ушбу реакцияда ҳеч қандай қонун бузилиши йўқ. Дастлабки ва охириги маҳсулотларни эмас, балки оралик маҳсулотларнинг концентрацияларини тебранишлари – даврий ўзгаришлари кузатилган. Ушбу реакцияда CO_2 лимон кислотага айланмайди, бу амалда мумкин эмас. Такризчилар система мувозанатга эришмаган вақтда системада турли ғайриоддий ҳодисалар мумкинлигини эътибордан четда қолдирдилар. Системанинг дастлабки ҳолатдан охириги ҳолатгача боришда алоҳида траекториялари жуда мураккаб бўлиши мумкин. Фақат охириги ўн йилликда ушбу муаммо билан мувозанатдан узоқ системалар термодинамикаси шуғулланиб бошлади. Ушбу йўналиш янги фан – синергетика (ўз-ўзидан ташкил топиш назарияси) нинг асосини ҳосил қилди.

Белоусов реакциясини А.М. Жаботинский ўз ҳамкасблари билан чуқур ўрганди. Улар лимон кислотани малон кислота билан алмаштирдилар. Малон кислота оксидланиши CO_2 пуфакчалари чиқиши билан бормайди, шунинг учун реакцияда ранг ўзгариши фотоэлектрик қурилмалар билан қайд қилиш мумкин. Кейинчалик

ушбу реакцияда ферроин церийсиз ҳам катализатор бўлиши мумкинлиги аниқланди. Б. П. Белоусов дастлабки тажрибаларида ушбу реакциянинг яна бир хусусиятини кузатди: аралаштириш тўхтатилганда ранг ўзгариши тўлқин бўлиб ўзгариб боради. Кимёвий тебранишларнинг бундай тарқалишини янада яққол кузатиш учун 1970 йилда А. М. Жаботинский ва А. Н. Заикин реакция аралашмани Петри чашкасига қуйишди. Чашкада турли шакллар - концентрик айланалар, спираллар, 1 мм/мин тезлик билан тарқалувчи «шамоллар» кузатилди. Кимёвий тўлқинлар қатор ўзига хос хусусиятларга эга. Масалан, тўқнашганда улар тўхтайдилар, бир-бирисидан ўта олмайди.

1.4. Б.П. Белоусов реакцияси кашф қилингунча концентрация тебранишларини ўрганишлар

Тарихдан маълумки, Б. П. Белоусов кашфиёти ушбу йўналишда биринчи иш бўлмаган. Кимёвий тебранишлар бўйича илк нашр 1828 йилда чоп қилинган. Унда Т. Фехнер электрокимёвий реакциялар тебранишларини ўрганиш натижаларини баён қилган. 1834 йилдаги М. Розеншельд ишлари

ҳам жуда қизиқ. Унинг муаллифи оз миқдорда фосфор тутган колба коронғуда нур таратаётганлигини тасодифан кўриб қолади. Фосфорни нур таратишини ўзи оддий ходиса, аммо бунда нур таратиш ҳар 7 секунддан кузатилган. Қирқ йилдан кейин “милтираётган колба” билан тажрибаларни М. Жубер (1874) давом қилдирган. У пробиркада даврий равишда “ялтироқ булутлар” ҳосил бўлишини кузатган. Яна йиғирма йилдан кейин немис олими А.Центнершвер фосфорнинг нур таратишига ҳаво босими таъсирини ўрганган. Унинг тажрибаларида нур таратиш 20 с дан бошланган ва босим пасайиши билан камайиб борган.

Кимёвий тебранишлар тарихида Лизенганг халқалари алоҳида ўрин тутади. 1896 йилда немис кимёгари Р. Лизенганг фитохимикатлар билан тажрибалар олиб бориб, хромпик тутган желатина билан қопланган шиша сиртига ляпис томизганда ҳосил бўладиган чўкма шиша сиртида концентрик халқалар шаклида жойлашишини кузатди. Лизеганг ушбу ходисага қизиқди ва деярли ярим аср шу йўналишда тажрибалар олиб борди. Унинг амалий қўлланиши ҳам яратилди. Лизенганг бу усулда сунъий дур яратиш технологиясини таклиф қилди.

Бундай мисолларни кўп давом қилдириш мумкин. Кўрсатилган тажрибалардан кейин иккита фазалар чегара сиртида тебранма реакциялар очилди. Улардан энг машхурлари металл-эритма чегарасидагилар бўлиб, ўзига хос ном – “темир асаб” ва “симоб юрак” номлари билан маълум. Биринчиси – темирни (симни) нитрат кислотада эриши – В.Ф. Оствальд кузатишига кўра, ташқи кўриниши кўзғолган асаб динамикасига ўхшашлиги сабабли шундай номланди. Иккинчиси – водород пероксидни металл симоб сиртида парчаланиши. Реакцияда симоб сиртида оксидни даврий ҳосил бўлиши ва эриши содир бўлади. Симобнинг сирт таранглигини ўзгариши натижасида томчилар юрак урганидаги каби тебранадилар. Аммо бу реакциялар кимёгарларни унчалик қизиқтирмас эди, чунки бу вақтда кимёвий реакциялар бориши ҳақида таълимотлар етарлича асосланмаган бўлган.

Фақат XX асрнинг иккинчи ярмида термодинамика ва кимёвий кинетика пайдо бўлди, улар тебранма реакциялар ва уларнинг таҳлили учун асос яратдилар.

Шу билан бирга, мувозанат термодинамикасининг ривожланиши дастлаб ушбу жараёнларни ўрганишга тўсқинлик қилди. Шноль фикрича «билимли одам кўп сонли молекулаларнинг

тартибсиз иссиқлик ҳаракатида макроскопик тартибни тасаввур қила олмасди: барча молекулалар бир хил ҳолатда бўлиши! Бу абадий двигателни тан олишдек гап эди. Бу бўлиши мумкин эмас. Ҳақиқатан ҳам бу бўлиши мумкин эмас. Аммо мураккаб, шу жумладан тебранма кимёвий системалар мувозанатга эришмаган бўлса ҳеч қандай чегараланишлар йўқ. Аммо бу ҳолат кимёгарлар эътиборидан четда қолаётган эди. “Тўлиқ билим занжирларини” узиш ва системаларни мувозанатдан узоқ ҳолатларда ўрганиш учун катта интеллектуал кучланиш зарур бўлди».

Шу билан бирга 1910 йилда италиялик олим А.Лотка дифференциал тенгламалар системаси тахлили асосида кимёвий реакцияларда тебранишлар бўлиши мумкинлигини исботлади. Аммо бу ерда физиклар ва кимёгарлар хулосалари қарама-қарши бўлди. Физика ва кимёнинг XX асрда эришган катта ютуқларидан бири бу тебранишлар назариясини яратилишидир. 1928 й. аспирант А.А.Андронов, келажакда академик, физиклар кенгашида «Предельные циклы Пуанкаре и теория автоколебаний» мавзусидаги маъруза билан чиқиш қилди.

1930 йиллар бошида ССРИ ФА кимёвий физика институтга “совуқ алангада” ёруғлик тебранишлари аниқланди, бу ходиса

машхур физик Д.А.Франк-Каменецкийни қизиқтирган фосфор буғлари люменесценциясига ўхшаш бўлиб, уни Лотканинг кинетик модели асосида исботлаб бўларди. 1947 йилда эса И.Е. Сальников томонидан Франк-Каменецкий раҳбарлигида тайёрланган «К теории периодического протекания гомогенных химических реакций» мавзусидаги диссертация иши ҳимояга қўйилди. Бу иш кимёвий тебранишлар ҳақидаги бир асрлик тарихни ва академик Андронов мактаби томонидан ривожлантирилаётган чизиқсиз тебранишлар назариясини ўз ичига олган эди. Лекин ҳимоя бўлмади. Вольтер фикрича, «кимёвий автотебранишлар бўйича диссертацияда, китобларда ва қатор мақолаларда баён қилинган Франк-Каменецкий ва Сальников ишлари шу вақтдаги кимё учун илғор бўлган. Аммо буни кўпчилик тушунмасди. “Тебранма идеология” (Андронов термини) кимёвий фан ва амалиёт учун бегона эди, шунинг учун Франк-Каменецкий ва Сальников ишлари 1940-йилларда қаршиликка учради, кимёвий тебранишларнинг иккинчи кашф қилинишида эса бу ишларни ҳеч ким эсга олмади».

II-БОБ. НАЗАРИЙ ҚИСМ

2.1. А. Лотканинг математик модели

Кимёвий реакцияларга ўхшаш системаларда тебранишларнинг математик назарияси 1910 йилда А. Лотка томонидан чоп қилинган - у даврий режимлар бўлиши мумкинлигини асослайдиган дифференциал тенгламалар системасини яратди. Лотка “ўлжа” масалан ўтхўр ҳайвонлар ва уларни истеъмол қилувчи “йиртқич” (X ва Y) ларни ўзаро муносабатларини кўриб чиққан. Йиртқичлар ўлжани истеъмол қиладилар ва кўпаядилар – Y концентрацияси ошиб боради, аммо маълум чегарагача, ўлжа сони кескин камайгунча, бунда йиртқичлар очликдан нобуд бўладилар – Y концентрацияси камаяди. Бунда омон қолган ўлжалар кўпая бошлайди – X концентрацияси ошади. Омон қолган йиртқичлар ҳам кўпая бошлайди ва Y концентрацияси ортади, бу жараён кўп марта такрорланади. Реагентлар концентрациясини даврий тебранишлари кузатилади. Маълумки, бундай тугамайдиган тебранишлар асосини ўсимлик – ўлжа озиқасини кўплиги таъминлайди. Лотка тенгламасини В. Вольтера мукамаллаштирди.

Тебранишларнинг замонавий назариясини рус физиклари Л. И. Мандельштамм, А. А. Андронов, А. А. Витт, С. Э. Хайкин, Д. А. Франк-Каменецкий ишлаб чиқдилар. Шунинг учун физиклар ва математиклар учун Белоусов кашфиёти унчалик ғайритабиий хол бўлмади.

2.2. Тебранма реакциялар механизмларини ўрганиш

Белоусов реакциясининг батафсил механизми ҳозиргача маълум эмас. Илк ишларда оралик маҳсулотлар сони унчалик кўп эмасдек эди. Тебранишлар табиатини тушунтириш учун малон кислотадан броммалон кислота ҳосил бўлишини, ва у билан KBrO_3 реакцияга киришиб KBr га ўтишини тасаввур қилиш етарли бўлди. Анион Br^- броммалон кислота оксидланишини тормозлайди, бунда катализаторнинг оксидланган шакли тўпланади. Натижада Br^- тўпланиши тўхтайтиди ва броммалон кислота оксидланиши бошланади. Ҳозирда бундай механизм тўлиқ эмаслиги маълум бўлди. Оралик маҳсулотлар сони 40 дан ошди ва таҳлил давом қилмоқда.

1972 йилда Р. Нойес ва ҳамкасблари Белоусов-Жаботинский реакцияси камида ўн реакция натижаси бўлиб, уларни уч гуруҳга - А, Б ва В га бўлиш мумкинлигини айтдилар.

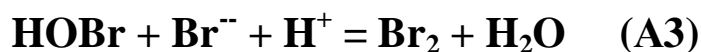
Дастлаб (А реакциялар гуруҳи) бромат-ион H^+ иштирокида бромид-ион билан таъсирлашади ва бромит ҳамда гипобромит кислоталар ҳосил қилади:



Кейин бромит кислота бромид-ион билан таъсирлашади ва гипобромит кислота ҳосил қилади:



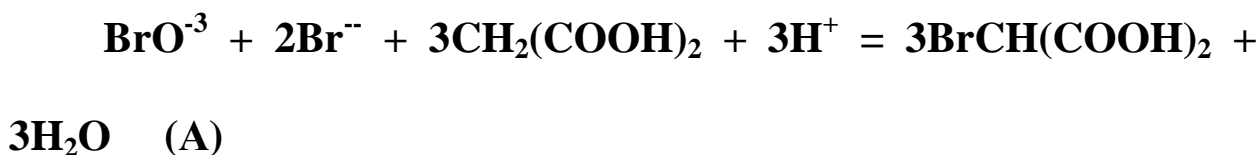
Гипобромит кислота, ўз навбатида бромид-ион билан таъсирлашиб эркин бром ҳосил қилади:



Малон кислота эркин бром билан бромланади:

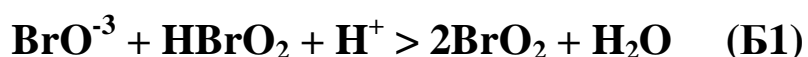


Ушбу барча реакциялар натижасида малон кислота эркин бром билан бромланади:



Ушбу гуруҳ реакцияларининг кимёвий маъноси икки хил: бромид – ионни йўқотилиши ва броммалон кислотани синтез қилиниши.

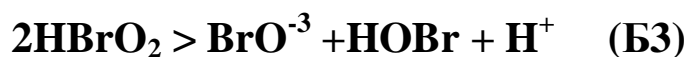
Б гуруҳи реакциялари бромид – ион йўқ бўлганда (кичик концентрациясида) содир бўлади. Бромат-ионни бромит кислота билан реакциясида BrO_2 радикал ҳосил бўлади:



BrO_2 церий (III) билан таъсирлашиб, уни церий (IV) гача оксидлайди, ўзи эса бромит кислотагача қайтарилади:



Бромит кислота бромат – ион ва гипобромит кислотагача парчаланеди:

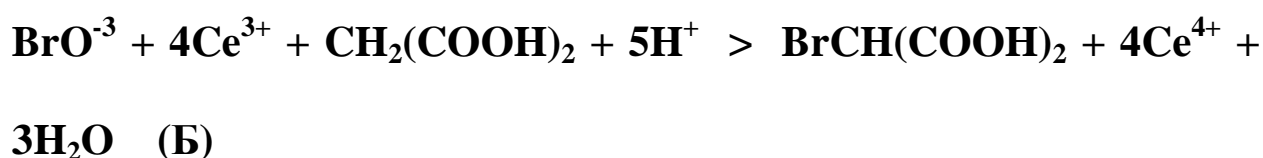


Гипобромит кислота малон кислотани бромлайди:

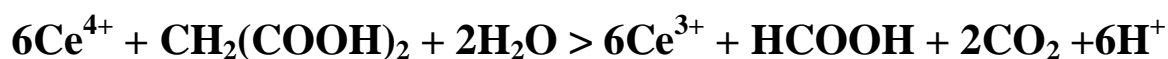


Натижада Б гуруҳи реакциялари броммалон кислота ва тўрт валентли церийни ҳосил қилади.

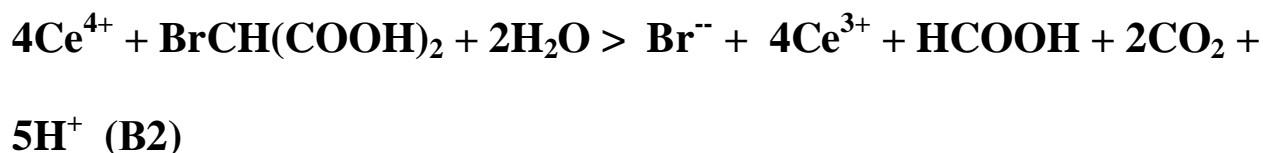
Реакциянинг асосий компонентлари: бромит кислота ва ферриннинг концентрацияларининг тебранишлари – системада ёпиқ чизиклар (чегара цикл) шаклида бўлади.



Ушбу реакцияларда ҳосил бўлган церий (IV) В гуруҳи реакцияларида қатнашади:



(B1)



Ушбу гуруҳ реакцияларини кимёвий маъноси: броммалон кислота концентрацияси қанчалик юқори бўлса шунчалик интенсив борувчи бромид-иони ҳосил бўлиши. Бромид-ион концентрациясининг ошиши церий (III) ни церий (IV) гача оксидланишини тўхтатади (кескин секинлаштиради). Охириги йилларда церийни ферроин билан алмашлайдилар.

Белоусов – Жаботинский реакцияси босқичларини ушбу (нотўлиқ) кетма-кетлигидан система қанчалик мураккаблигини кўриш мумкин.

Реакцияда биринчи қадам – автокаталитик реакция натижасида бромит кислота ҳосил бўлади (тезкор, портлаш каби жараён), ферроин ферриинга трансформацияланади (ферроиннинг оксидланган шакли).

Иккинчи қадам – органик компонент билан таъсирлашуви натижасида ферриин аска-секин ферроинга трансформацияланиб бошлайди, ва шу вақтда бромид-ион ҳосил бўлиши бошланади.

Учинчи қадам – бромид-ион автокаталитик реакциянинг самарали ингибитори бўлади (1-қадам). Натижада бромит кислота ҳосил бўлиши тўхтади ва у тезда парчалана бошлайди.

Тўртинчи қадам – 2-қадамда бошланган феррииннинг парчаланиш жараёни тугайди; бромид-ион системадан йўқотилади. Натижада система 1-қадамгача бўлган ҳолатига қайтади ва жараён даврий такрорланади. Ушбу реакцияни, унинг реагентлари концентрациялари тебранишини ва концентрацион тўлқинларни тарқалишини тавсифлайдиган бир нечта математик моделлар (дифференциал тенгламалар системалари) мавжуд.

Ушбу жараёнларнинг математик тушунтириш етарлича мураккаб бўлди. У кутилмаган натижаларга олиб келди. Аниқланишича, иккита кетма-кет борадиган автокаталитик реакциялар системасида тебранишларни ифодаловчи кимёвий системалар тавсифи 1930 йилларда италиян олими В. Вольтер экологик жараёнлар учун ишлатган математик тенгламалар билан бир хил бўлди. Ҳозирги кунда бу Лотка-Вольтер модели бўлиб,

экологик системаларда ўлжа-йиртқич сонини даврий ўзгаришини ифодалайди. Н.Г.Чернышевский номидаги Саратов давлат университети профессори С.П.Муштаков, тебранма реакцияларини иккита системанинг ўзаро таъсирлашуви деб қарайди, бунда бир система ўзининг ривожланиши учун зарур энергияни, моддани ёки бошқа компонентларни иккинчи системадан олади. Бундай масалалар ўлжа ва йиртқич ҳақидаги масалалар деб аталади.

Ушбу мисол билан тебранма реакцияларни таққослаб қандай хулосалар қилиш мумкин?

Кўриб чиқилган тебранма жараён бўлишини белгиловчи асосий ҳолатларга тўхталсак.

Биринчидан, эритмада молекулаларнинг кооператив ҳаракати тесқари алоқасиз мумкин эмас. Буни қуён ва бўрилар мисолида кўриш мумкин: йиртқичлар сонини ошиши ўлжани камайишига олиб келади ва аксинча. Бундай тесқари алоқа экосистеманинг мавжудлигини таъминлайди. Агарда тебранма кимёвий реакцияларни “ўлжа-йиртқич” системасида кўриб чиқсак, йиртқичлар вазифасини жараён босқичларини секинлаштирувчи ёки умуман тўхтатувчи оралиқ маҳсулотлар – ингибиторлар бажаради. Ўлжа вафизасини эса катализаторлар бажариб, улар

реакция боришини тезлаштиради. Катализатор молекулалари реакцияда сарфланмасада, аммо амалиёт кўрсатишича катализатор миқдори етарлича мураккаб эволюцияга учрайди. Ушбу соддалаштирилган схема эритмадаги тескари алоқанинг молекуляр механизмини тасаввур қилишга имкон беради.

Иккинчидан, тебранма жараёнлар энергия манбаисиз содир бўлмайди, Лотка-Вольтер моделида энергия манбаи вазифасини куёнлар истеъмол қиладиган ўсимликлар бажарган. Белоусов–Жаботинский реакциясида энергия манбаи вазифасини органик малон кислотаси бажаради. Ҳақиқатан ҳам у тўлиқ оксидлангандан кейин реакция секинлашади ва тўхтади.

1966 йилнинг март ойида кимё ва биокимёда тебранма жараёнлар бўйича 1-Бутуниттифоқ симпозиуми ташкил қилинди. Унда марказий ўринни Жаботинский ва унинг муаллифдошлари – М.Д.Корзухин, В.А.Вавилин маърузалари эгаллади. Белоусов симпозиумда қатнашишдан воз кечди.

Кейинчалик, 1974 йилда Аризона университети (АҚШ) кимё ва биология профессори А.Т.Уинфри томонидан аралашмайдиган БЖ-системаларнинг фазовий-вақт структуралари аниқланди. Улар турли икки ва уч ўлчамли тасвирлар (масалан, концентрик

халқалар, спираллар, тўлқинлар) шаклида намоён бўлади. Шундан кейин бундай системаларга қизиқиш янада ошди ва ҳозирда ҳам ривожланиб бормоқда.

III-БОБ. ТАЖРИБА ҚИСМИ

Лимон кислотани калий бромат билан таъсири:

Реактивлар:

1. KMnO_4 (калий перманганат).
2. KBrO_3 (калий бромат).
3. H_2SO_4 (концентрланган).
4. Лимон кислота.
5. Дистилланган сув.

Ишнинг бажарилиши: 2 г лимон кислотани 6 мл сувда эритамиз. Олинган эритмага 0,2 г калий бромат қўшамиз ва 0,7 мл концентрланган сульфат кислота қуямиз. Кейин 0,04 г калий перманганат қўшилади ва ҳосил бўлган эритма ҳажми дистилланган сув билан 10 мл гача олиб борилади. Реактивлар тўлиқ эригунча аралаштирилади.

Кузатувлар: Калий перманганат қўшилгач эритма бинафша рангга кирди ва “қайнаб” бошлади. 25 с дан кейин кучли қайнашда

эритма ранги жигаррангга ўзгарди. Реакция давомида эритма ранги ўзгариб – сариқ ранггача боради. 3 мин 45с дан кейин эритманинг ранги кескин қораяди (юқори зичликли суюқликнинг диффузиясига ўхшайди) ва 40 с эритма яна жигаррангга киради. Кейинчалик бутун жараён 4,5-5 мин даврийликда такрорланади. Узоқ вақтдан кейин реакция секинлашади ва умуман тўхтайтиди (эритма сариқ рангли).

Тебранма оксидланиш-қайтарилиш реакциялари:

Реактивлар:

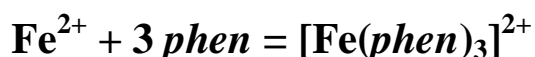
1. **FeSO₄ · 7H₂O** темир (II) сульфат гептагидрат кристалли ёки **Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ · 6H₂O (Мор тузи)** темир (II) – диаммоний сульфат гептагидрат
2. **Ce(NO₃)₃ · 6H₂O** церий (III) нитрат гексагидрати
3. **KBr** калий бромиднинг сувли эритмаси (2 моль/л, ёки 50 мл сувда 12 г)
4. **KBrO₃** калий броматнинг тўйинган эритмаси (100 мл сувда 10 г га яқин)
5. **H₂SO₄** концентранган сульфат кислота

6. $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ малон кислотанинг сувли эритмаси (5 моль/л, ёки 100 мл сувда 52 г)
7. $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2$ (phen) о-фенантролин
8. дистилланган сув

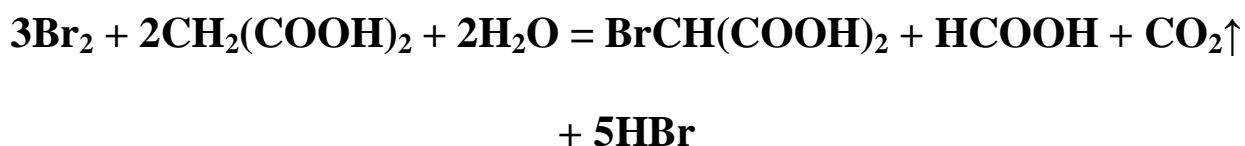
Идиш ва асбоблар: Экранли полилюкс, 25x25 см ўлчамли шиша пластинка, Петри чашкаси, 100 мл сифимли ўлчов колбаси, шлифланган тикинли 250 мл сифимли Эрленмейер колбаси, олтита томизгич, бюретка, шиша таёқча, ювгич, фильтр қоғоз.

Тажрибани бориши: Тажрибани намойиш қилиш учун А ва Б эритмалар олдиндан тайёрланади.

Эритма А – ферроин эритмаси – темир (II) нинг о-фенантролин (phen) билан комплекси. 100 мл ли ўлчов колбасига 0,7 г темир (II) сульфат гептагидрат (ёки 0,99 г Мор тузи) ва 1,49 г о-фенантролин солинади, ҳажм сув билан белгигача олиб борилади ва аралаштирилади. Эритма темир (II) нинг фенантролинли комплекси ҳосил бўлиши сабабли қизил рангга киради:



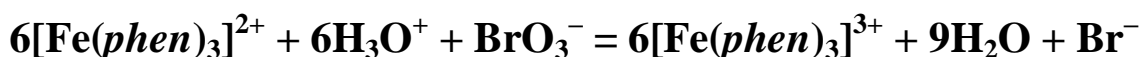
Эритма Б – броммалон кислота эритмаси (беовсита намойиш олдидан тайёрланади). Шлифланган тикинли конуссимон колбага 3,3 мл калий бромид, 5 мл малон кислота ва 5 мл концентрланган сульфат кислота эритмалари солинади. Олинган эритма калий бромат билан бюретка ёрдамида титрланади, бунда титрантнинг ҳар қисми қўшилганда параллел борувчи конмутация жараёнида ҳосил бўлган бромнинг жигарранги йўқолгунча аралаштириб турилади:



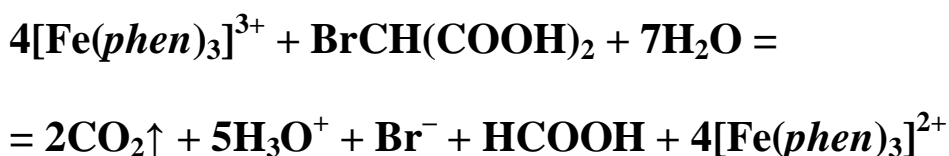
Титрлашга кетган калий бромат эритмасининг умумий ҳажми 7,5 мл атрофида бўлиши керак. Ҳосил бўлган броммалон кислота беқарор, аммо маълум вақт уни 5-10°C да сақлаш мумкин.

Тажрибани намойиш қилиш учун полилюкснинг ёруғлик деразасини ёпиб турган пластинага Петри чашкаси қўйилади, унга кетма-кет 10 мл калий броматнинг тўйинган эритмаси, 4 мл броммалон кислота эритмаси ва 1,5 мл ферроин эритмаси

томизгичлар ёрдамида қуйилади. Маълум вақт ичида қизил фонда темир (II) комплекси ҳосил бўлиши сабабли кўк доғлар ҳосил бўлади.



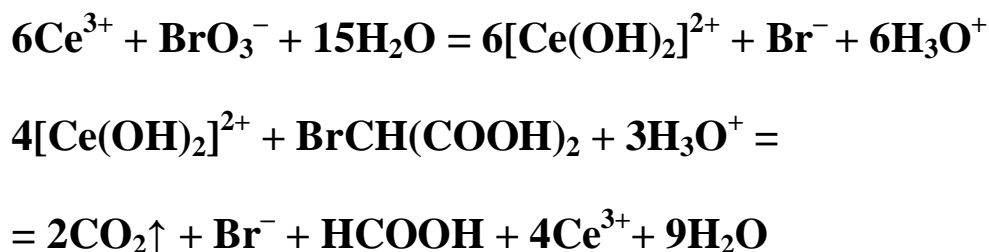
Ушбу жараён ўз-ўзидан тезлашадиган ҳисобланади. Ҳосил бўлган комплекс $[\text{Fe}(\textit{phen})_3]^{3+}$ бромалон кислотани оксидлаб бромид-ионлар ҳосил қилади:



Ҳосил бўлаётган бромид-ионлар темир (II) комплексларини бромат –ионлар билан оксидланишини ингибиторлари ҳисобланади. $[\text{Fe}(\textit{phen})_3]^{2+}$ ионлари концентрацияси етарлича юқори бўлганда бромид-ионларнинг ингибиторловчи фаоллиги бостирилади ва эритма темир (II) комплекси ҳосил бўлиши ҳисобига кўк рангга киради. Жараён бир неча бор такрорланади, шунинг учун эритма ранги кўкдан пуштига ёки аксинча ўзгариб туради. Ранг ўзгариши пушти фонда кўк доғлар пайдо бўлиши

билан бошланади, улардан барча томонларга концентрик тўлқинлар тарқалади. Вақт ўтиши билан ранг ўзгариши секинлашади ва тўхтайтиди. Бунда экранда “қора доғларни” – ажралаётган карбонат ангидрид пуфакчалари проекциясини кузатиш мумкин.

Ранглар диапозонини Петри чашкасига церий(III) нитрат $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ нинг бир неча кристаллини қўшиб кўпайтириш мумкин. Бунда кўк ва пушти рангдан ташқари сариқ ранг (церий (IV) бирикмалари ҳосил бўлиши сабабли) ёки яшил (сариқ ва кўк рангларнинг қўшилиши натижасида) рангларни ҳам кузатиш мумкин:



Қиздиришда реакция тезлиги ошади ва ранг ўзгариши тезлашади.

Реактивлар:

1. $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ малон кислота

2. NaBrO_3 (натрий бромат).
3. H_2SO_4 (концентранган).
4. Дистилланган сув.

Ишнинг бажарилиши: малон кислотанинг 0,2 М; натрий броматнинг 0,3 М; сульфат кислотанинг 0,3 М; ферроиннинг 0,005 М эритмалари тайёрланади. Ферроин ўрнига икки валентли марганец сульфати ёки уч валентли церий тузи ишлатилиши мумкин, бунда ранг интенсивлиги кучсиз бўлади. Барча компонентларнинг 5 мл ҳажмли эритмаси Петри чашкасига қалинлиги 0,5-1 мм қилиб қуйилади. 3-8 мин (ўтиш даври) дан кейин тебранишлар ва кимёвий тўлқинларни кузатиш мумкин.

Шоффафа ясси кюветага қатлам (1 мл) қилиб қуйидаги эритмалар солинади:

- KBrO_3 (0,2 моль/л)
- малон кислота (0,3 моль/л)
- ферроин (0,003 моль/л)
- H_2SO_4 (0,3 моль/л)

Кювета оқ қоғоз устига қўйилади. Ишқор ёки кислота қўшиб реакция тезлигини ўзгартириш мумкин.

Реактивлар:

- лимон кислота (160 мл H₂O да 40 г)
- H₂SO₄ (1:3).
- KBrO₃ (16 г)
- Ce₂(SO₄)₃ (3-3,5 г)

Лимон кислота эритмаси 40-50°C гача қиздирилади, кейин KBrO₃ қўшилади. Стакан оқ қоғоз устига қўйилади ва Ce₂(SO₄)₃ ҳамда бир нечта мл сульфат кислота қўшилади. Дархол ранглар ўзгариши 1-2 мин даврийликда сариқ > рангсиз > сариқ кетма-кетликда кузатилади.

Реактивлар:

- H₂O₂ (50 мл 30%)
- KIO₃ (50мл H₂O да 7,17 г)
- HClO₄ (30 мл суюлтирилган эритма)
- малон кислота (50 мл H₂O да 3 г).
- MnSO₄ (1г) ва озгина крахмал.

Барча реактивлар битта стаканга (200-250 мл) солинади ва шиша тайёқча билан аралаштирилади. Ранглар ўзгариши қуйидаги кетма-кетликда боради: рангсиз > сариқ > кўк.

IV-БОБ. ТЕБРАНМА КИМЁВИЙ РЕАКЦИЯЛАРНИНГ

АМАЛДА ҚЎЛЛАНИЛИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ

Ҳозирги кунда Белоусов–Жаботинский реакциялари жаҳон фанида муносиб ўрин тутди. Ҳар йили нозикли кимёвий системалар динамикаси бўйича ўнлаб халқаро конференциялар ўтказилмоқда, «BZ-reaction» (қисқача: Белоусов-Жаботинский реакциялари) сўзлари физика, кимё, биология муаммоларига бағишланган бошқа конференцияларда янграб келмоқда.

Белоусов-Жаботинский реакцияларини ўрганиш катта аҳамиятга эга, чунки улар фан ва техниканинг турли соҳаларида қўлланилиб келинмоқда. Ушбу реакция юрак фаолиятини бузилиши – аритмия ва фибрилляцияни ўрганишда модель сифатида ишлатилади. Ҳозирда эса ушбу реакциянинг ёруғликка сезгир модификациялари устида ишлар олиб борилмоқда, бунда системанинг динамикаси ёруғлик интенсивлигига боғлиқ бўлади. Бундай реакцияларни тасвирларни сақлаш ва қайта ишлаш учун ҳисоблаш машинаси сифатида қўллаш мумкинлиги аниқланди. Белоусов-Жаботинскийнинг ёруғликка сезгир модификацияси

ҳозирги ЭҲМ ларнинг ўрнига келадиган ҳисоблаш машиналарининг прототипи бўлса ажаб эмас.

Бошқа томондан, тебранма кимёвий реакциялар ўлик табиатда ўз-ўзидан ташкилотнинг яққол мисоли бўлади, бу маънода улар нафақат табиий-илмий, балки фалсафий маънога ҳам эгадир. Ўз-ўзидан ташкилот назариясини ҳосил бўлишига олиб келган фундаментал билимлар асосан 1950-1960 йилларда Белоусов томонидан кашф қилинган оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига асосланади. Бунда хайратга соларли ўхшашликлар аниқланган, кўпгина табиий ходисалар, галактикалар ва тўфонларнинг ҳосил бўлиши, ёруғликнинг акс эттирувчи сиртлардан қайтиши моҳиятан ўз-ўзидан ташкилотларга мисол бўлади. Улар турли: кимёвий, механик, оптик, электрик табиатга эга бўлади.

Ҳозирда амалий йўналишларда тадқиқотлар кўп олиб борилмоқда, масалан, ахборотни қайта ишлашнинг муқобил воситаларини яратишда. Яна бир янги амалий йўналиш сифатида БЖ-системаларда ва унга ўхшаш системаларда полимерланишнинг ўзига хосликларини аниқлашни кўрсатиш мумкин.

Аралаштириш йўқ бўлганда БЖ-системаларда намоён бўладиган мураккаб фазо-вақт ташкилотлари табиатда, биологик

системаларда (масалан, хужайра метаболизмининг даврий жараёнлари, юрак ва бош мия тўқималаридаги фаоллик тўлқинлари, ноэкологик системалар даражасидаги жараёнлар), унинг янги соҳаси – синергетикада (ўз ўзидан ташкилот назарияси) ўхшашлик топдилар, шунингдек амалий ишлар динамик системаларнинг замонавий назарияси ривожланишини кучайтирдилар.

Ҳозирги кунда тебранма реакциялар кинетикаси – кимё, биология, тиббиёт, физика ва математикаларнинг кесимида пайдо бўлган, шиддат билан ривожланаётган фан соҳаси ҳисобланади. Бундай реакциялар мавжудлиги эса ҳали дунёда биз билмаган жуда кўп қизиқарли ходисалар ўз ечимини кутиб турганидан далолат беради.

Хулоса

1. Кимё – тажрибага асосланган фан. Шунинг учун тажриба илмий тадқиқот усули сифатида табиий фанларни ўрганишда муҳим ўрин тутади. Тажриба – кимёни ўқишда назария билан амалиётни боғловчи энг асосий йўл ҳисобланади.

2. Тебранма реакциялар – бу оксидланиш-қайтарилиш хоссасига эга бўлган катализатор иштирокида органик моддаларнинг оксидланиш реакциялари синфи. Ушбу жараён циклик, яъни кўп марта такрорланиш орқали содир бўлади.

3. Реакция йўналиши кимёвий (термодинамик) потенциал билан белгиланади – реакция эҳтимоллиги энг катта бўлган йўналишда, системанинг эркин энергияси камайиш йўналишида содир бўлади. Термодинамик мувозанат қарор топганда энергия сарфламасдан реакция тескари йўналишда кетиши мумкин бўлмайди. Тебранма кимёвий реакциялар бу қонунни бузмайди, чунки бу реакцияларда дастлабки ва охириги маҳсулотларни эмас, балки оралиқ маҳсулотларнинг концентрацияларини тебранишлари – даврий ўзгаришлари кузатилган.

4. Белоусов-Жаботинский реакцияларини ўрганиш катта аҳамиятга эга, чунки улар фан ва техниканинг турли соҳаларида

қўлланилиб келинмоқда. Ушбу реакция юрак фаолиятини бузилиши – аритмия ва фибрилляцияни ўрганишда модель сифатида ишлатилади. Бундай реакцияларни тасвирларни сақлаш ва қайта ишлаш учун ҳисоблаш машинаси сифатида қўллаш мумкинлиги аниқланди.

Бошқа томондан, тебранма кимёвий реакциялар ўлик табиатда ўз-ўзидан ташкилотнинг яққол мисоли бўлади, бу маънода улар нафақат табиий-илмий, балки фалсафий маънога ҳам эгадир. Кўпгина табиий ходисалар, галактикалар ва тўфонларнинг ҳосил бўлиши, ёруғликнинг акс эттирувчи сиртлардан қайтиши моҳиатан ўз-ўзидан ташкилотларга мисол бўлади. Улар турли: кимёвий, механик, оптик, электик табиатга эга.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Алиев Р., Шноль С. Э. Колебательные химические реакции//Кинетика и катализ. 1998. № 3. С. 130-133.
2. Шноль С. Э. Знание – Сила. 1994. № 3. С. 62-71.
3. Жаботинский А. М. Концентрационные автоколебания. М.: Наука, 1974.
4. Гарел Д., Гарел О. Колебательные химические реакции / Пер. с англ. М.: Мир, 1986.
5. Дубнищева Т. Я. Концепции современного естествознания. Новосибирск: ЮКЭА, 1997, С. 683 – 697.
6. Концепции современного естествознания. Под ред. В. Н. Лавриненко, В. П. Ратникова, М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999, С. 78 - 87.
7. Вавилин Б.В. Автоколебания в жидкофазных химических системах. Природа, 2000, № 5, С. 19 – 25.
8. Вольтер Б. В., Сальников И. Е., Устойчивость режимов работы химических реакторов, М.. 1981
9. Полак Л. С., Михайлов А. С.. Самоорганизация в неравновесных физико-химических системах, М., 1983

10. Колебания и бегущие волны в химических системах, под ред. Р. Дж. Филда и М. Бургера, пер. с англ., М., 1988.
11. Вольтер Б.В. Легенда и быль о химических колебаниях. Знание – сила, 1988, № 4, с. 33–37
12. Муштакова С.П. Колебательные реакции в химии. Соросовский образовательный журнал, 1997, № 7, с. 31–37
13. Пурмаль А.П., Слободецкая Е.М., Травин С.О. Как превращаются вещества. М.: Наука, 1984.
14. Баблюянец А. Молекулы, динамика и жизнь. М.: Мир, 1990.