

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

ТОШКЕНТ КИМЁ ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

**“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ”
ФАКУЛЬТЕТИ**

**“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ”
КАФЕДРАСИ**

«ТУЗЛАР ТИЗИМИНИНГ ГРАФИК ТАХЛИЛИ»

ФАНИДАН МАЪРУЗА МАТНЛАРИ

Тошкент 2013

МУНДАРИЖА

1.	Кириш. Фаннинг вазифалари ва унинг мазмуни. Асосий 3 қоидалар ва тушунчалар.....	
2.	Икки компонентли системалар.....	9
3.	Конгруэнт бирикма ҳосил қилувчи система диаграммаси.....	12
4.	Уч компонентли системалар.....	18
5.	Политермаларни изотермик кесималари.....	24
6.	Уч компонентли системалар диаграммасини тўғри бурчакли координаталар ўқида ифодалаш.....	31
7.	Тўрт компонентли системалар.....	38
8.	Ўзаро алмашинувчи тузлар системаси	44
9.	Квадрат диаграммадаги изотермик буғлатишни кристалланиш йўли	52
10.	Фойдаланилган адабиётлар руйхати.....	58

1 – МАВЗУ

КИРИШ. ФАННИНГ ВАЗИФАЛАРИ ВА УНИНГ МАЗМУНИ. АСОСИЙ ҚОИДАЛАР ВА ТУШУНЧАЛАР

Режа:

1. Физик-кимёвий таҳлилнинг асосий тушунчалари.
2. Тузлар системаси ва уларнинг таркибини ифодалаш усуллари.
3. Физик-кимёвий диаграмма

Минерал ўғитлар ва тузлар технологиясини кўпгина муаммоларни ҳал қилишда, ишлов берилаётган системани таркиби, хоссаси ва ҳолати ўртасидаги боғлиқликни ўрганиш жуда муҳим.

Бундай боғланишни ўрганувчи фан Физик-кимёвий таҳлил номи билан номланган. Бу фаннинг асосчиси рус олими Н.С.Курнаковдир. Системаларнинг таркиби, хоссаси ва ҳолати ўртасидаги боғлиқлик, системани мувозанат ҳолат диаграммаларида яққол кўринади.

1. Физик-кимёвий таҳлилнинг асосий тушунчалари

Физик-кимёвий таҳлилни вазифаси кимёвий мувозанатдаги системанинг ўзгаришини физик ва геометрик усуллар билан ўрганишдан иборат.

Қуйида **физик-кимёвий таҳлилда қабул қилинган тушунчалар** келтирилган:

Система – ўзаро таъсир этиш имкониятига эга бўлган модда (ёки жисм)лар мажмуаси;

1. Моддалар ўзаро иссиқлик алмашилиш ва ҳеч бўлмаганда бирортаси диффузияланиш имконига эга бўлади; Агарда шароит доимий бўлса, система мувозанатда бўлади ва уни ҳолати ўзгармайди.

Система ҳолати – гомоген ва гетероген бўлиши мумкин. Гомоген система битта фазадан иборат бўлади (масалан, газлар аралашмаси, эритма ва х). Гетероген система бир қанча фазадан иборат бўлади (масалан, муз ва сув аралашмаси, мувазанат ҳолатдаги тўйинган туз эритмаси ва туз кристаллари; суюқлик ва буғдан иборат бўлиши мумкин).

Фаза – таркиби ва хоссалари бир хил бўлган системанинг гомоген қисми. Мувазанатда турган система ҳолати фазалар сони, кимёвий таркиби ва термодинамик хоссалари билан характерланади.

Системанинг таркиби – компонентлар сони, термодинамик хоссалари эса – эркинлик даражалари сони билан характерланади.

Системадан ажратиб олинганда мустақил мавжуд бўла оладиган моддалар- компонентлар ёки таркибий қисмлар дейилади.

Масалан: Na_2SiF_6 нинг сувдаги эритмасида H_2O ва Na_2SiF_6 дан ташқари, Na^+ , SiF_6^- , H^+ ва OH^- ҳам мавжуд бўлади. Лекин ионлар системадан ташқари эркин ҳолда мавжуд бўлмайди. H_2O ва Na_2SiF_6 эса мавжуд бўла олади, шунинг учун бу система икки компонентли дейилади.

Системадаги ҳар қайси фазанинг кимёвий таркибини аниқлаш учун зарур бўлган компонентларнинг энг кичик сони системанинг компонентлар сони дейилади. Масалан, оддий шароитда H_2 , O_2 аралашмаси бўлсин. Буларнинг концентрацияси бир-бирига боғланмаган чунки булар орасида кимёвий реакция бормайди; шунга кўра фазалар концентрациясини аниқлаш учун иккала компонентнинг таркибини билиш керак бўлади – система компонентлар сони иккига тенг.

Агар кимёвий реакция содир бўлиб, сув ҳосил бўлса, система H_2 , O_2 , H_2O таркибий қисмга эга бўлади. Лекин компонентлар сони $3-1=2$ бўлади.

Чунки мувозанат ҳолатда компонентлар орасида кимёвий реакция борса, компонентлар сонини топиш учун таркибий қисмлар сонидан кимёвий реакциялар сони айрилади. Демак, қоидага биноан фазалар таркибини аниқлаш учун ҳоҳлаган икки компонент H_2 , O_2 ёки H_2 , H_2O ёки H_2O , O_2 ларнинг концентрациясини билиш кифоя.

Икки компонент миқдори ва мувозанат константаси маълум бўлса, учинчи компонент миқдорини ҳам аниқлаш мумкин. Шунингдек MgCO_3 , MgO , CO_2 системасида ($\text{MgCO}_3 = \text{MgO} + \text{CO}_2$) учта компонент бўлса ҳам боғланмаган компонентлар сони 2га тенг.

Система ҳолатини унинг хоссалари мажмуаси билан аниқлаш мумкин. Урганилаётган системани қайсидир макроскопик хоссасини характерловчи барча катталиклар термодинамик омиллар деб аталади.

Кўпинча бир-бирига боғлиқ бўлган омил сифатида ўлчаш мумкин бўлган омиллар танланади. Масалан, ҳарорат, босим, моляр ёки солиштирма ҳажм, концентрация ва б.

Системанинг термодинамик хоссаси -ҳарорат (T), ҳажм(V), босим(P), концентрация (C) билан характерланади.

Системанинг термодинамик хоссасини аниқлаш учун зарур бўлган омилларнинг энг кичик сони – **эркинлик даражалари сони** дейилади. Масалан, газ ҳолдаги моддаларни (N_2 , NH_3 , O_2 , ...) термодинамик хоссасини битта T билан аниқлай олмаймиз, чунки бир хил ҳароратга V ва P ларни бирқанча қийматлари тўғри келиши мумкин. Шунинг учун камида иккита параметр (V_1P ; V_1T ; T_1P) аниқ бўлиши керак, демак бу системанинг эркинлик даражаси иккига тенг.

Эркинлик даражаси сони – мувозанатда турган системани фазалар сонини ўзгартирмасдан туриб, маълум чегарада ўзгартирилиши мумкин бўлган мустақил омиллар сонидир (T-температура, P-босим ва компонентлар концентрацияси).

Фазалар қоидаси $F = K - \Phi + 2$ мувозанатда турган гетероген системани характерловчи уч катталик: фазалар сони Φ , компонентлар сони K , эркинлик даражалар сони F ни бир-бири билан боғлайди.

Бу қоидага биноан икки омил (босим, ҳарорат) таъсирида мувозанатда турган система эркинлик даражаси F система компонентлар сонидан – фазалари сонини айирмасидан, икки бирликка катта, яъни эркинлик даражалар сони:

$$F = K - \Phi + 2 \quad (1)$$

Омиллардан бири (босим ёки ҳарорат) доимий бўлса эркинлик даражасини шартли сони бир бирликка камаяди;

$$F_{\text{ШАРТЛИ}} = K - \Phi + 1 \quad (2)$$

Фараз қилайлик : $K=1, 2$ ёки $K=3$, бунда (1) тенгламага мувофиқ :

	$K = 1$	$K=2$	$K=3$
$\Phi=1$	$F=2$	$F=3$	$F=4$
$\Phi=2$	$F=1$	$F=2$	$F=3$
$\Phi=3$	$F=0$	$F=1$	$F=2$
$\Phi=4$	----	$F=0$	$F=1$
$\Phi=5$	----	----	$F=0$

Демак, икки ва уч компонентли системаларда энг кўпи билан 4 ва 5 фаза мувозанатда бўлиши мумкин.

Гетероген системалар икки синфга бўлинади:

А) Эркинлик даражалари сони бўйича;

$F=0$ (инвариант) ноль вариантли,

$F=1$ бир ёки моно вариантли,

$F=2$ бивариантли (дивариант) система ва ҳоказо.

Б) Компонентлар сонига қараб: бир, икки ва ҳоказо компонентли.

Система хоссалари – бунга физик-кимёвий таҳлил билан аниқланадиган 30 дан ортиқ физик хоссалар киради: суюқланиш, эриш, иссиқлик сиғими, иссиқлик ўтказувчанлик, синдириш кўрсаткичи, ҳажми (зичлик, солиштира хажм, молекуляр боғланиш, қовушқоқлик, сирт таранглиги ва ҳоказо.) Система хоссалари ЭКСТЕНСИВ ва ИНТЕНСИВ бўлиши мумкин. Экстенсив хоссалар – моддаларнинг миқдорига боғлиқ бўлган хоссалар. Интенсив хоссалар – моддаларнинг миқдорига боғлиқ бўлмаган хоссалар; ҳарорат, солиштира хажм, концентрация ва бошқалар.

Системаларни физик-кимёвий таҳлили суюқланиш, эрувчанлик ва микротузилишларни ўрганишга асосланган.

Минерал тузлар ва ўғитлар технологиясида мувозанатда турган турли системаларнинг ҳолат диаграммалари кенг қўлланилади. Бундай диаграммалар, тузларни эриши ва кристалланиши ҳамда, қаттиқ аралашмаларни суюқланиши билан боғлиқ муаммоларни ечишга имкон

берилади.Кўпинча бу жараёнлар ўзгармас босимда боради. Мувозанатдаги бундай системаларда суюқ ва қаттиқ фазалар иштирок этади,газ фаза эътиборга олинмайди.Сув – туз системаларда омилларга боғлиқ ҳолда (ҳарорат ва компонентлар концентрацияси) битта суюқ фаза (эритма) ва бир қанча қаттиқ фаза (муз,сувсиз туз,туз кристаллогидрати, қўшалок туз ёки турли тузлар аралашмаси) иштирок этиши мумкин.

Мустақил компонентлар сонига қараб система бир-, икки-, уч- , тўрткомпонентли ва хоказо бўлиши мумкин.

Бир компонентли системага мисол: сув ёки туз.

Икки компонентлига- туз ва сув (масалан $\text{H}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{SiF}_6$, $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}$, $\text{H}_2\text{O}-\text{KNO}_3$ ва ҳ).

Учкомпонентлига – сув ва бир хил ионли икки туз (Масалан, $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}-\text{KCl}$; $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}-\text{Na}_2\text{SO}_4$; $\text{H}_2\text{O}-\text{MgSO}_4-\text{MgCO}_3$).

Тўрт компонентли – сув ва бир хил ионга эга бўлган уч хил туз($\text{NaCl}+\text{KCl}+\text{MgCl}_2+\text{H}_2\text{O}$).

Сув ва умумий ионга эга бўлмаган икки туздан иборат система ҳам тўрт компонентли бўлиб, бундай система ўзаро алмашинувчи система дейилади. (масалан, $\text{NaCl}+\text{KNO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{KCl}$).

Бу системаларда мустақил компонентлар сув ва тенгламадаги хоҳлаган учта туз.

Хоҳлаган системадаги бир-бирига боғлиқ бўлмаган компонентлар сони, системани ташкил этувчи компонентлар сонидан, улар ўртасида бориши мумкин бўлган кимёвий рақциялар сонини айирмасига тенг. Ўзаро таъсир этувчи сувли $\text{NaCl}+\text{KNO}_3 = \text{KCl} + \text{NaNO}_3$ системасида моддалар сониниг бешта ($\text{H}_2\text{O}, \text{NaCl}, \text{KNO}_3, \text{KCl}, \text{NaNO}_3$), бориши мумкин бўлган рақциялар сони битта. Шунинг учун система тўрткомпонентли дейилади.

2. Тузлар системаси ва уларнинг таркибини ифодалаш усуллари.

Тузларнинг системалари турлича ифодаланади:

Бир хил ионли системалар;

$\text{NaCl} - \text{KCl} - \text{MgCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$ ёки $\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{Mg}^{2+}, // \text{Cl}^-, \text{H}_2\text{O}$

Ўзаро таъсир этувчи системалар;

$\text{NaCl} + \text{KNO}_3 = \text{KCl} + \text{NaNO}_3 (\text{H}_2\text{O})$

$\text{NaCl} - \text{KNO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ ёки $\text{KCl} - \text{NaNO}_3 - \text{H}_2\text{O}$

$\text{Na}^+, \text{K}^+, // \text{Cl}^-, \text{NO}_3^- (\text{H}_2\text{O})$.

Эрувчанлик диаграммасини тузишда, система таркиби бутунлигича ёки уни айрим фазалари компонентлар концентрациясини қуйидаги усулларда ифодалаш мумкин.

Уч компонентли системаларда:

1.100г эритмада эриган моддани грамм миқдори оғирлик ғоизи.

2. 100г (ёки 1000г) сувда эриган моддаларни грамм миқдори: г/100г H_2O ёки г/1000г. H_2O

3. 100 ёки 1000моль сувда эриган моддалар моль сони: моль/100моль H_2O ; моль/1000моль H_2O .

Икки компонентли системалар таркиби фақат оғирлик ёки моляр фоизларда ифодаланади.

Икки ва кўп компонентли системалар, эритмаларда сувни бир хил хароратда бўғлатиш ёки сувда (ёки кислоталарда) қаттиқ компонентларни эритиш, шунингдек системани совитиш ва иситишда системадаги ҳолат ўзгариши билан боғлиқ бўлган сифат ва миқдорий масалаларни ечишга имкон берди.

Уч ва ундан ортиқ компонентли системалар эрувчанлик диаграммаси, компонентлардан бири иккинчисини эрувчанлигини камайтириши ёки купайтириши мумкин бўлган жараёнларини ҳам қарайди.

Барча компонентлари ўзаро таъсирда бўлган системалар мувозанат ҳолатга интилади. Мувозанат ҳолатда системани ташкил этувчи компонент ва фазаларнинг ҳарорати, босими ва кимёвий потенциали тенг бўлади. Система мувозанат ҳолатдан қанча узоқ бўлса жараён шунча тезлик билан кетади. Шунинг учун технологик муоммоларни ечишда системани мувозанат шароитларини билиш муҳим.

3. Физик-кимёвий диаграмма

Системанинг таркиби, ҳолати ва хоссаси ўртасидаги боғланиш физик-кимёвий диаграммаларда яққол намоён бўлади.

Масалан, таркиб- хосса диаграммасида система хоссасини унинг таркибига боғлиқлиги; Ҳолат диаграммасида ёки фазовий диаграммаларда системани фазовий ҳолатини уни термодинамик ҳолат омилларига (T, P ва ҳ.) боғлиқлигини характерлайди. Курнаковни аниқлашча, кимёвий ўзгаришларни физик-кимёвий таҳлили –илмий изланишнинг геометрик усулидир.

Бу қуйидаги принципларга асосланади;

Узлуксизлик принципи деб - система ҳолатини аниқловчи омилларнинг узлуксиз ўзгариши, фазалари хоссасини ҳамда янги фаза ҳосил бўлмайдиган ва эскиси йўқолмайдиган оралиқда бутун система хоссасини, узлуксиз ўзгаришга олиб келишига айтилади. Мувофиқлик принципига биноан – мувозанатда турган системанинг ҳар бир фазаси ва уларнинг таркибий қисмлари фазовий диаграммада маълум геометрик юзага мувофиқ келади.

Системада содир бўладиган барча физик-кимёвий ўзгаришларни, диаграммадаги геометрик юзаларни жойлашувини ўзгариши билан тушунтирилади. Фазовий диаграммадаги юза, чизик ва нуқталарнинг жойлашуви системадаги фазани мавжуд бўлиш чегарасини, табиатини ва унинг сонини ҳамда фазаларнинг мувазанат ҳолатини аниқловчи омилларни уларга таъсири ҳақида ҳулоса чиқариш мумкин.

Фазовий диаграмма тажриба натижалари асосида қурилади, шунинг учун омилларни (T, P, C) ўзгариши билан системада қандай ўзгаришлар

бўлганини ёки бўлиш мумкинлигини аниқлаш имконини беради. Аммо диаграммалар нима учун шундай бўлганини тушунтирмайди.

Қаттиқ фазани суюқланиш ва қотишини курсатувчи ҳолат диаграммалар, суюқланиш диаграммаси дейилади.

Агарда системада юқори бўлмаган ҳароратларда, суюқ фаза бўлса, бундай фазовий диаграмма эрувчанлик диаграммаси дейилади.

Ноорганик моддалар технологиясида, тузларнинг эриши ва кристалланиши билан боғлиқ бўлган эрувчанлик диаграммалари ишлатилади.

Физик-кимёвий диаграммалар системани мувозанат ҳолатини тасвирлайди, агарда система мувозанат ҳолатига секин келса, диаграмма кинетик натижалар (изохроналар, полихроналар)дан фойдаланилади.

Фазовий мувозанат бу динамик мувозанат бўлиб, масса ва энергиянинг фазалараро алмашилиши қарама-қарши томонларга тенглашган ҳолатига айтилади. Шунингдек ҳар бир фазанинг хусусиятлари сақланиб параметрлар ҳам ўзгармай қолади. Баъзи бир системалар, уни ташкил қилувчи қисмларини таркиби ва хоссалари мувозанат ҳолатдагидан фарқ қилганида, метастабиль ҳолатда бўлади.

Метастабиль ҳолат нотурғун ҳолатдан фарқ қилади. Чунки нотурғун ҳолатдаги система маълум вақтдан сўнг, ташқи таъсир бўлмаса ҳам тўғри мувозанат ҳолатга ўтади. Метастабиль ҳолатдаги система эса фақат ташқи таъсир (масалан, тўйинган эритмага модда кристалларининг кириши) натижасида мувозанат ҳолатга ўтади. Буг босими ва эрувчанлиги энг кам моддаларгина барқарор формани намоён этади.

Оствальд қондасига мувофиқ, ўта тўйинган эритмалардан олдин эрувчанлиги юқори бўлган метастабиль қаттиқ фаза ёки сувнинг буг босими юқори бўлган кристаллогидрат ажралиб чиқади, у кам эрувчан метастабиль қуринишга ўтади ва ниҳоят энг кам эрувчи турғун фазага айланади.

Системада бошқа система (ташқи муҳит) билан энергия ва модда алмашса бундай система очиқ система дейилади.

Агарда фақат энергия алмашса ёпиқ система дейилади.

Агарда система бошқа система билан энергия ҳам, модда ҳам алмашмаса, бундай система изоляцияланган система дейилади.

Таянч сўзлар:

Система, гомоген система, гетероген система, фаза, омил, ҳарорат, концентрация, компонент, компонентлар сони, эркинлик даражаси, фазалар қондаси, экстенсив, интенсив, моновариант, бивариант, ҳолат диаграмма, мувозанат ҳолат, жараён, очиқ система, ёпиқ система, изоляцияланган система, диаграмма, узлуксизлик принципи, мувофиқлик принципи, суюқланиш, эрувчанлик, метастабиль.

Назорат саволлари:

1. Физик-кимёвий таҳлилнинг вазифаси нимадан иборат?
2. Физик-кимёвий таҳлилнинг асосий тушунчалари нималар?
3. Система ҳолатини омили қандай катталиқ?

4. Мувазанатда турган система нималар билан характерланади?
5. Компонентлар сони деб нимага айтилади?
6. Эркинлик даражалар сони деб нимага айтилади?
7. Фазалар қоидаси.
8. Гетероген системалар неча синфга бўлинади?
9. Бир, икки ва уч компонентли системаларга мисоллар келтиринг.
10. Система таркибини ифодалашнинг қандай усуллари бор?
11. Очиқ система дегани нима?
12. Ёпиқ система дегани нима?
13. Изоляцияланган система нима?
14. Физик-кимёвий таҳлилнинг асосий принциплари.
15. Фазовий диаграмма нима, уни қандай турлари бор.

2-МАВЗУ

ИККИ КОМПОНЕНТЛИ СИСТЕМАЛАР

Режа:

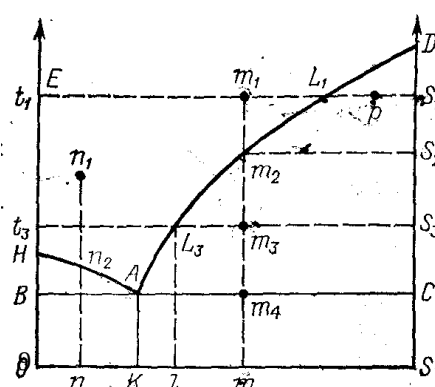
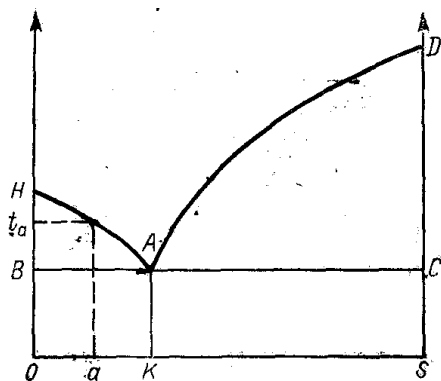
1. Икки компонентли системалар
2. Эритмани изотермик бўғлатиш ва совитиш

1. Икки компонентли системалар

Икки компонентли системаларнинг ҳолат диаграммаси концентрация, ҳарорат ва босимдан иборат учта координатли фазовий шаклдир.

Амалда содда концентрация ва ҳароратни ифодаловчи ортогонал проекция ишлатилади. Шунинг учун булар ортобар – диаграмма ҳам дейилади (изобар - бир хил босим). Бу диаграммада (1-расм) сувсиз кристалланувчи сув-туз системаси ифодаланган. Кўпгина бундай диаграммалар, эрувчанликни ҳароратга боғлиқлигини ифодалаганлиги учун политермик диаграммалар дейилади.

Диаграммада системанинг ҳарорати ва таркибини кўрсатган нукта фигуратив нукта дейилади. Н нукта тоза сувни (кристалланиш) музлаш ҳароратини (системада туз миқдори 0 нуктада 0%). Д нукта тоза тузни суюқланиш ҳарорати. S нуктада система 100% туздан иборат. Сувга тузни ёки тузга сувни қўшиб боришимиз билан уларнинг суюқланишига мос келувчи ҳарорат камая боради. Мувоzanат эгри чизиқлари эритма - муз (НА эгри чизиғи), эритма - туз (ДА эгри чизиғи) Н ва Д нуктлардан бу нукталарга мос келучи ҳароратдан пастроқ ҳароратга силжийди. Масалан, а таркибли системада тоза сувнинг музлашидан пастроқ t_a ҳароратида муз ҳосил бўлади.



Расм 1. Сувсиз кристалланувчи
тузларнинг эрувчанлик диаграммаси.

Расм 2. Системани совитиш ва ундан
сувни изотермик бўғлатиш.

«НА чизик муз билан тўйинган эритма, АД эса туз билан тўйинган эритма таркибини кўрсатувчи фигуратив нукталардан иборат. НА музнинг суюқланиш эгри чизиг, АД эса тузнинг эриш **эгри чизиги дейилади**. Бу эгри чизик кесишган А нуктада эритма иккала қаттиқ фаза билан ҳам тўйинган бўлади, буни **эвтектик нукта дейилади**». Бу нуктага мос келувчи В ҳарорат ва К таркибга мос ҳолда эвтектик **ҳарорат ва таркиб дейилади**. Эвтектик ҳароратдан бир оз пасайса бутун система қаттиқ фазага айланади ва буни **эвтектик аралашма дейилади**.

ВАС – чизиги **солидус (қаттиқлик) чизиги дейилади**. Бу ҳароратдан пастда мувозанатда турган системада суюқ фаза мавжуд бўлмайди.

НА-эгри чизик таркиб ўзгариши билан эритмадан О модданинг кристаллга тушиш ҳарорати ўзгаришини кўрсатади, бу чизик бўйлаб эритма О модда кристаллари билан мувозанатда бўлади.

АД чизиги юқоридаги ҳолатни S моддага нисбатан кўрсатади.

НАД- эгри чизигини **ликвидус чизиги дейилади** (ликвидус суюқлик деганидир). Ликвидус чизигидан юқорида тузларнинг туйинмаган эритмаси бўлади.

НАВ соҳасида О модда кристаллари билан туйинган эритма мувозанатда бўлади. Бу соҳа О модданинг (музнинг) кристалланиш соҳаси дейилади.

АСД- S модданинг кристалланиш соҳаси дейилади. OBCS- икки қаттиқ фазанинг аралашмаси –(S) туз ва (O) муз.

НАВ (ва шунингдек АСД) соҳаларнинг турли жойларида фигуратив нуктада эритма миқдорининг қаттиқ моддалар миқдорига нисбати ва суюқ фаза таркиби турлича бўлади. Масалан, m_1 m_2 m_3 чизигига жойлашган фигуратив нукталар бўйлаб юқorigа кўтарилган сари (ҳарорат ошса) суюқ фаза кўпайиб, S модда кристаллари камаяди. Икки фазали (гетероген) бу соҳаларда суюқ ва қаттиқ фазаларнинг массаси орасидаги нисбат ва суюқ қотишма таркиби рычаг қонидаси асосида топилади.

Системани эркинлик даражасини аниқлашда, системада сув ҳам иштирок этганлиги учун буғ фазани ҳам ҳисобга оламиз. НАД соҳада система 2 компонентдан ва 2 хил фазадан иборат. Эритма буғдан иборат бўлгани учун эркинлик даражаси иккига тенг ($C=K+2-\Phi=2+2-2=2$). Ди вариантли. АСД ва АВН соҳаларда система учта фазадан (буғ, тўйинган эритма ва битта қаттиқ фаза) иборат бўлган учун бир вариантли (моно вариантли). ($C=2+2-3=1$) OBCS соҳа ҳам уч фазадан (икки хил қаттиқ фаза ва буғ) иборат бўлгани учун моно вариантли бўлади.

Моно вариант ҳолларида омиллардан (ҳарорат, концентрация, ёки буғ босими) фақат биттасини ўзгартириш мумкин. Бу ўзгартириш ҳам маълум

бир, системадаги фазалар сонини ва уларни сифат таркибини ўзгартирмайдиган ораликда бўлади.

А эвтектик нукта инвариант бўлиб, бу ерда тўртта фаза мувозанатда бўлади – буғ, эритма ва икки қаттиқ фаза (муз ва туз). Шунинг учун $C=K+2-F=2+2-4=0$. Агарда параметрлардан бири ўзгартирилса, масалан, ҳарорат, битта фаза йўқолади; ҳарорат камайса - суюқлик, кўтарилса-қаттиқ фазаларнинг бири.

2. Эритмани изотермик буғлатиш ва совитиш

Системада m % туз эриган, эритма ҳарорати t_1 . Системанинг фигуратив нуктаси m_1 , эрувчанлик чизиғи AD дан юқорида жойлашган, эритма ўта тўйинмагандир (2 -расм). Сувни изотермик буғлатиш натижасида сувнинг ҳарорати ўзгармасдан t_1 бўлиб қолади, системанинг фигуратив нуктаси эса изотерма бўйлаб юқори концентрация томон m_1 дан S гача силжийди.

Системани эриш чизиғида ётувчи L_1 нуктасида эритма туз билан тўйинади, кейинги буғланишда эса туз s_1 нукта билан (t_1 ҳароратдаги 100 % туз) изоҳланувчи қаттиқ фазага ажрала бошлайди.

Сувни буғланиши давомида ҳароратни ўзгармаслиги туфайли тўйинган эритмани таркиби ҳам ўзгармай қолади.

Эритмани фигуратив нуктаси L_1 унинг бутунлай қуригунча ўзгармай қолади.

Агарда m_1 таркиби эритмани совитсак, у ҳолда фигуратив нукта паст ҳарорат томонга ўзгаради, яъни пастга. Совитиш давомида система m_2 нуктага келади. Бу нуктада эритма тўйинади ва тузнинг кристалланиши бошланади. Қаттиқ фазанинг ажралишига мос келувчи ҳароратда S_2 нукта билан ифодаланади. Совитишни давом эттирсак фигуратив нукта m_2 дан пастга йўналади. Ҳароратни янада пасайиши билан қаттиқ фазага туз ажралиб чиқа бошлайди, эритманинг концентрацияси эса камаяди. Эритмани тўйиниш фигуратив нуктаси эрувчанлик чизиғи бўлиб m_2 дан А га силжийди. Система таркибий қисмлари фигуратив нукталари битта изотермада (t_3) да ётади: масалан, система фигуратив нукта m_3 , эритманики L_3 ва қаттиқ фазани фигуратив нукталари S_3 , t_3 изотермада ётади.

Қачонки ҳарорат эвтектик нуктага келганда система фигуратив нуктаси m_4 га, эритма таркиби А, қаттиқ фаза таркиби-С га тенг бўлади.

Яна совитиш давом эттирилса, В ҳароратни ўзида қолган эритмада туз ва муз бир вақтнинг ўзида кристалланиб эвтектик аралашма ҳосил қилади. Эвтектик эритма ва эвтектик кристаллар аралашмасини таркиби бир хил А. Қаттиқ ҳолатга ўтган бутун системанинг фигуратив нуктаси С дан m_4 га силжийди. Суюқ фаза йўқолгач, икки қаттиқ фазадан ташкил топган системани ҳарорати пасая боради, системани фигуратив нуктаси m_4 дан m гача силжийди. n % туз эритмаси совитилганда n_2 га мос келувчи ҳароратда n_1n чизик АН эгри чизикни кесиб ўтади ва қаттиқ фазага муз ажралади.

Бирлаштирувчи тўғри чизик ва рычаг қоидалари
Қўрилган системалар миқдорий ҳисоб олиб боришга имкон берадиган иккита муҳим ҳоссага эга.

Биринчи қоида бирлаштирувчи тўғри чизик қоидаси: система фигуратив нуқтаси, ва уни икки таркибий қисмлари (фазалари)ни фигуратив нуқталари бир тўғри чизикда ётади.

Масалан, (2-расм) системани Р нуқтаси ва бу системани таркибий қисмлари: тўйинган эритма L_1 ва қаттиқ туз S_1 битта тўғри чизик $L_1 S_1$ да ётади.

Диаграммани иккинчи қоидаси-рычаг қоидаси. Системада ҳосил бўладиган икки таркибий қисмлар миқдорлари система фигуратив нуқтасидан таркибий қисмлар фигуратив нуқтасигача бўлган узунликларга тескари пропорционал. Масалан: m_1 таркибли система изотермик буғлатилса, қолган система таркиби Р нуқтага сурилади. Қолган Р система оғирлигини, буғланган сув миқдорига нисбати (Р қолган эритма миқдори / Е бўғланган H_2O миқдори). $E m_1/m_1 P$ нисбати тенг.

Қолган Р системадаги қаттиқ фаза S_1 нинг эритма миқдори L_1 га нисбати (S_1 қаттиқ фаза миқдори / L_1 эритма миқдори $L_1 P/PS_1$ га тенг.

Рычаг қоидасидан системанинг материал балансини чиқариш мумкин. Масалан: m_3 система учун, қаттиқ фаза оғирлигини Q қ; тўйинган эритма оғирлигини - Q т.э ; системадаги туз миқдорини, $m\%-m$ (абцисса ўқида m_3 нуқта): Тўйинган эритмадаги туз миқдорини l, % (абцисса ўқидаги L_3 нуқта) ҳарфлари билан белгилаб олсак, қуйидаги материал баланс тенглигини туза оламиз:

$$m(Q_{т.э.} + Q_k)/100 = LQ_{т.э.}/100 + Q_k$$

Тенгламанинг иккала томони ҳам системадаги тузнинг умумий миқдорини кўрсатади. Бу тенгламадан :

$$\frac{Q_{т.э.}}{Q_k} = (100-m)/(m-l)$$

Бирлаштирувчи тўғри чизик қоидаси тўғри чизикли координаталарда ифодаланган барча диаграммалардаги изотермалар учун ўринли.

Рычаг қоидаси (оғирлик маркази) барча компонентлар йиғиндиси доимий қийматларга эга бўлганда ўринли.

3-МАВЗУ

КОНГРУЭНТ БИРИКМА ҲОСИЛ ҚИЛУВЧИ СИСТЕМА ДИАГРАММАСИ

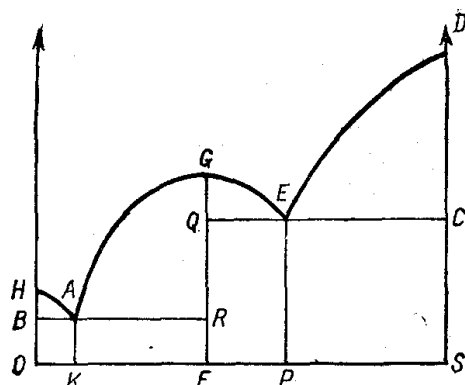
Режа:

1. Конгруэнт бирикма ҳосил қилувчи система диаграммаси тўғрисида
2. Тўйинган эритма ва кристаллогидрат устидаги тўйинган буғ босими

1. Конгруэнт бирикма ҳосил қилувчи система диаграммаси тўғрисида

Қачонки туз сув билан кристаллогидрат ҳосил қилса, эрувчанлик эгри чизиғида синиш кузатилади.(3-расм)

Кристаллогидрат, муайян бир ҳоссани намоён қилувчи индивидуал кимёвий бирикмадир. Агарда система барқарор кристаллогидрат ҳосил қилса, ўрганилаётган диаграммани (икки диаграммада) кристаллогидрат таркибига тўғри келувчи G нуктасидан абсцисса ўқиға перпендикуляр ўтказамиз, у ҳолда GF перпендикуляр диаграммани (2) расмга ўхшаш икки қисмга ажратади. ва (кристаллогидрат-туз) моддалар системасининг оддий диаграммасини жипслаштиргандек бўлади.

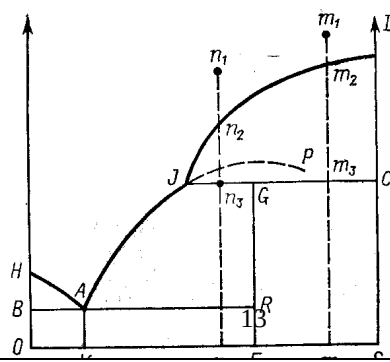


Расм.3. Очик максимумли эрувчанлик эгри чизиғи.

Бу диаграмма (сув – кристаллогидрат) эгри чизиғи

НА - муз тўйиниш чизиғи, AGE- таркибли кристаллогидратнинг эриш эгри чизиғи. Шунинг учун AGR ва GQE соҳалар кристаллогидратнинг кристалланиш майдони. А нуктада муз ва кристаллогидратдан иборат эвтектик аралашма, Е-нуктада эса F кристаллогидрат ва сувсиз S тузлар аралашмаси кристалланади. ED –чизик сувсиз тузнинг эрувчанлик эгри чизиғи. BR ва QC эвтектик чизик тагида жойлашган BOFR ва QFSC қисмларда буғ ва иккитадан каттик фазалар мувозанатда бўлади. BOFR соҳада муз ва кристаллогидратда OFSC соҳада кристаллогидрат ва сувсиз туз.

Туз концентрацияси K ва F оралиғида бўлган эритма совитилганда каттик фаза 2а кристаллогидрат тушади. Тўйинган эритма концентрацияси эгри чизик бўйлаб А нуктага силжийди. Агарда эритма концентрацияси F ва P оралиғида бўлиб эритма совитилса, кристаллогидрат ажралиши билан туйинган эритма концентрацияси ва фигуратив нукта эритма концентрацияси ортиш томонга, яъни эвтектик Е нуктага силжийди.



Расм.4. Махфий максимумли эрувчанлик эгри чизиғи.

Агарда туйиган эритмадаги туз концентрацияси уни кристаллогидратидаги туз концентрациясига тенг бўлса, бундай G нуктага совитилса эритма, тўйиниш ҳароратида кристаллогидрат кристалланади. Бундай эритмани тўлиқ кристаллангунча унинг эритма концентрацияси ўзгармайди.

Кристалланиш давом этгани билан фигуратив нукта таркиби, суюқ ва қаттиқ фазалар таркиби G нуктада ўзгармасдан қолди.

Системада борадиган эриш ва кристалланиш жараёнида мувозанатдаги суюқ ва қаттиқ фаза таркиби бир ҳил бўлса- конгруэнт фазалар жараёнга конгруэнтли жараён, бунга тўғри келадиган нуктага - конгруэнт нукта дейилади. (конгруэнт мос келувчи). Бундай нукталарга эрувчанлик эгри чизиғини минимумда жойлашган - эвтектик ва максимумда жойлашган дистетик нукталар киради.

Эрувчанлик эгри чизиғида, муайян бир ҳароратда мувозанатдаги суюқ фаза ва кимёвий бирикма кристаллари таркибига тўғри келган максимум-дистетик нукта дейилади.

Агарда комполнентлар бир неча таркибли бирикма ҳосил қилса, дистетик нукталар сони бирикмалар сонига тенг бўлади. Иловадаги расмда $\text{H}_2\text{O} - \text{H}_2\text{PO}_4$; $\text{H}_2\text{O} - \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ нинг ҳолат диаграммаси келтирилган.

$\text{H}_2\text{O} - \text{H}_2\text{PO}_4$ системада битта дистетик нукта бор, яъни битта кристаллогидрат $2\text{H}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_2\text{O} - \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ системада учта дистетик нукта бор, яъни учта кристаллогидрат $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$; ҳосил бўлади.

Кристаллогидрат ҳосил бўлишини аниқ максимумли эрувчанлик диаграммаси эмас, балки эгри чизиқдаги оддий синиш ҳам курсатади. Бу, ҳосил бўлган кристаллогидрат беқарор бўлиб ҳосил бўлиш максимумига тўғри келадиган ҳароратдан пасда парчаланиш кузатилади.

4-расмдаги J кристаллогидратни бир шаклдан иккинчисига ўтиш нуктаси бўлади. Бу нуктадан юқорида кристаллогидрат мавжуд бўла олмайди. Шунинг учун AJ кристаллогидрат билан туйинган эритмани мувозанатини характерлайди. JD эса сувсиз туз билан туйинган эритма мувозанатини характерлайди. Бундай диаграммаларда гуёки JD эгри чизиғи чап томонга сурилган, натижада AJP эгри чизиқ максимуми ёпилиб қолган. Шунинг учун бундай эрувчанлик эгри чизиқлар яширин максимумли дейилади.

4- расмдаги диаграммада

AJGR- кристаллогидратни кристалланиш соҳаси.

JDC- сувсиз тузни кристалланиш соҳаси.

BOFR- 2та қаттиқ фаза муз ва кристаллогидратни соҳаси

GFSC-кристаллогидрат ва сувсиз туз кристалларини соҳасида. J ўтиш (JC-чизикдаги барча нуқталар) нуқта - инвариантли. Бу ерда тўртта фаза мувозанатда бўғ, J таркибли эритма, кристаллогидрат ва сувсиз туз.

F-таркибли кристаллогидрат G нуқтада эриганда ҳосил бўладиган эритма таркиби кристалл таркибига тўғри келмасдан J нуқтага тўғри келади.

Бундай жараёнга инконгруэнт жараён дейилади.

J- инконгруэнт ўтиш нуқтаси дейилади.

Концентрланган m_1 нуқтадаги эритма совитилганда эритма туйиниши билан ундан сувсиз туз ажралиб чиқади. Эритма таркиби эса m_2 дан J гача ўзгаради. Система таркиби m_3 га етганда эритма J га мос келади. Эритмадан кристаллогидрат ажралиб чиқа бошлайди. m_3 да сув миқдори J нуқтадагига қараганда кам. Кристаллогидрат кристалга тушиши билан эритма концентрацияси камайиши керак эди, аммо кристалга тушган сувсиз тузнинг эриши ҳисобига эритма таркиби ўзгармасдан қолади.

Бу ерда олдинги кристалга тушган сувсиз туз кристаллогидратга айланади. Шунинг учун J ўтиш нуқтаси дейилади. F дан ўнгга жойлашган m таркибли эритмада сув кам булгани учун m_3 фигуратив нуқтали системадаги туз тўлиқ гидратланмасдан бир қисми сувсиз ҳолатда кристалланади.

Агарда кристаллизация n таркибли эритмада олиб борилса, n_2 дан n_3 гача совитилганда ҳосил бўлган сувсиз кристаллар тўлиқ кристаллогидратга айланади ва яна J таркибли эритма қолади. Совитишни яна давом эттирилса кристаллогидрат миқдори ортади. Эритма таркиби эса JA эгри чизик бўйлаб J-дан A-гача ўзгаради. Бу ерда муз ва кристаллогидрат аралашмаси ҳолида қолади.

J нуқтада эритма иккита қаттиқ фаза билан мувозанатда туради, улардан бири эриса иккинчиси кристалланади.

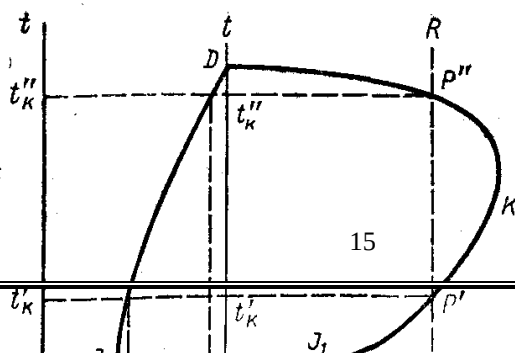
2. Тўйинган эритма ва кристаллогидрат устидаги тўйинган бўғ босими

Эритмаларни бўғланиши ва тузларни қуриштириш режимларини аниқлашда бўғ босими катта аҳамиятга эга. Ҳарорат-таркиб координатасида чизилган диаграммаси эрувчанлик эгри чизигидаги ҳар бир эритма таркибига маълум бир бўғ босими тўғри келади.

5-расмни ўнг томонида НАJD эрувчанлик эгри чизигига мос келувчи $H_1, A_1, J_1, KД$ бўғ босимини эгри чизиги чизилган.

H_1 нуқтаси муз билан мувозанатда бўлган тоза сувнинг бўғ босими,

A_1 - эвтоник аралашма устидаги сув бўғи босими- концентрланган эритма соҳасидаги энг паст бўғ босими.



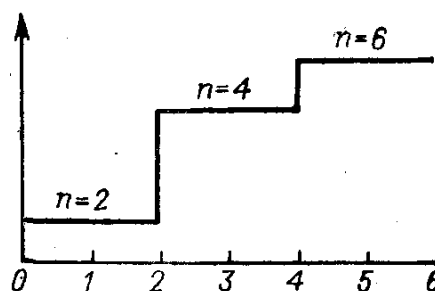
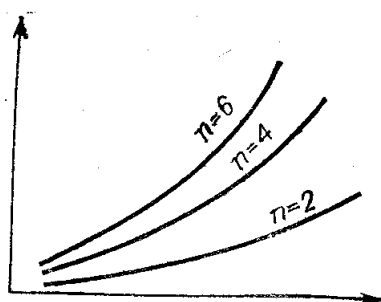
Расм 5. Тўйинган эритмаларнинг бўғ босими

A_1 нуктадан бошлаб концентрациянинг ортиши босимни ортишини бирмунча камайтирса ҳам ҳарорат ортиши билан бўғ босим ҳам ошади. К нуктада бўғ босими максимумга эришади. Ҳароратнинг янада ошиши бўғ босимини тез камайтиради, чунки концентрациянинг босимни камайтириш таъсири кучаяд. Эрувчанлик эгричидаги J ўтиш нўктаси бўғ босими эгри чизиғидаги J_1 синишга тўғри келади.

Атмосфера босимидаги изобара диаграмманинг ўнг тарафидаги RQ вертикал билан ифодаланган, бўғ босими чизиғини икки жойда p' ва p'' да кесиб ўтади. Бу берилган тузнинг тўйинган эритмалари атмосфера босимида иккита қайнаш ҳароратига эга эканлигини кўрсатади t'_k ва t''_k .

Булардан бири t'_k — m концентрацияли тўйинган эритманинг ҳарорати; бошқаси — t''_k тоза тузга яқин n концентрацияли тузга тўғри келади. t_k — сувсиз тузни суюқланиш ҳароратига яқин. Атмосфера босимда тўрган система t'_k ва t''_k қайнаш нукталарида инвариантдир. Шунинг учун система ҳолатини бир нуктадан бошқа ҳолатга ҳароратни узликсиз ўзгартириб ўтказиб бўлмайди, яъни босимни бир хил сақлаб бўлмайди.

Бундай ўтишни системаси, мувозанатга эришишидан олдин амалга ошириш мумкин. Шунинг учун бу камдан кам ҳолатда катта қовушқоқликка эга бўлган системаларда кузатилади. Масалан: икки марта қайнаш ҳодисаси юқори концентрацияли эритмаларни очиқ идишларда газ ёқилғилар билан қиздириб бўғлатишда кузатилади. Дастлаб эритма бир текис- интенсив қайнайди, сўнг қайнаш тўхтади, сувни секин учиши ҳисобига эритма концентрацияси ошиб боради сўнгра эритма яна қисқа вақт оралиғида қайнайди. Қаттиқ кристаллогидратлар устидаги бўғ босими нафақат ҳароратга, балки кристаллогидрат молекуласи таркибидаги n кристаллизация сувга ҳам боғлиқ. Ҳарорат ошиши билан мувозанатдаги сув буғининг кристаллогидрат устидаги босими ҳам узликсиз ошиб боради.



Расм 6. Турли кристаллогидратли битта тузни устидаги сув буғи туз устидаги сув бўғини узгармас босимини ҳароратга боғлиқлиги. Расм.7. Турли кристаллогидратли битта туз устидаги сув буғини узгармас босимини ҳароратдаги босими.

Берилган ҳароратда ҳар бир кристаллогидрат маълум буғ босимига эга.

Бир хил тузнинг кристаллогидратларини буғ босими узликсиз эмас, балки таркибидаги сув молекулалари сонига қараб зинапоясимон ўзгаради. Масалан, муайян бир туз кристаллогидрат ҳосил қилса, бу кристаллогидратлар аралашмасини босими энг юқори олти сувли кристаллогидрат босимига тенг бўлади. Агарда сувсизлантириш давом эттирилса, олти сувли кристалл тугагунча буғ босими олти сувли кристаллогидрат буғ босимига тенг бўлади. Сўнг буғ босими тез тушади ва тўрт сувли кристаллогидрат босимига камаяди ва тўлиқ икки сувлига ўтгунча доимий қолади.

Таянч сўзлар:

Фигуратив нуқта, эвтектик нуқта, эвтектик ҳарорат, эвтектик аралашма, солидус, ликвидус, изотермик буғлатиш, бирлаштирувчи тўғри чизик, ричаг, моддий тенглиги, конгруэнт бирикма, кимёвий бирикма, кристаллогидрат, очик максимум, яширин максимум, ўтиш нуқтаси, тўйинган эритма, буғ босими, атмосфера босими.

Назорат саволлари:

1. Фигуратив нуқта деб нимага айтилади?
2. Эвтектик нуқта (ҳарорат, аралашма) деб нимага айтилади?
3. Солидус чизиғи дегани нима?
4. Ликвидус чизиғи деб нимага айтилади?
5. Системани ликвидус чизиғидан юқоридаги системани эркинлик эрувчанлик даражаси нечага тенг?
6. Система эвтектик нуқтада неча вариантли бўлади?
7. Системаларда ҳисоб олиб бориш учун иккита муҳим хоссалари қайсилар?
8. Бирлаштирувчи тўғри чизик қондасини айтинг.
9. Ричаг қондасини айтинг.
10. Конгруэнт (нуқта, жараён) фаза деб нимага айтилади?
11. Ўтиш нуқтаси нима?
12. Атмосфера босимида икки хил қайнаш температураси қандай системаларда кузатилади?

4-МАВЗУ

УЧ КОМПОНЕНТЛИ СИСТЕМАЛАР

Режа:

1. Уч компонентли системалар ҳолатини уч бурчак ёрдамида ифодалаш
2. Уч компонентли системалар политезмаси

Сув ва бир хил ионли икки туздан иборат уч компонентли система ҳолатини аниқловчи эркин параметрлар сони 4 га тенг: икки концентрация, ҳарорат, буғ босми. Фазалар қоидасига асосан учлик система бир вақтда мавжуд бўла оладиган максимал фазалар сони бешта ($\Phi = K + 2 - C$, $K=3$ ва $C=O$ системани инвариант ҳолатида $\Phi=5$). Чунки сувли системада (инвариант) битта фаза ҳар доим буғ, агарда суюқ фаза мавжуд бўлса қаттиқ фазада учтадан ортиқ фаза бўлмайди.

Уч компонентли системаларни ҳолатини тўртта параметр орқали ифодалаш учун тўрт ўлчамли диаграмма кўриш зарур эди. Амалиётда буғ босимини акс эттирадиган уч ўлчамли диаграммалар қуриш билан чегараланади, ва асосан ҳароратни ҳам ифодаламайдиган (изотермик) икки ўлчамли текис диаграммалардан фойдаланади.

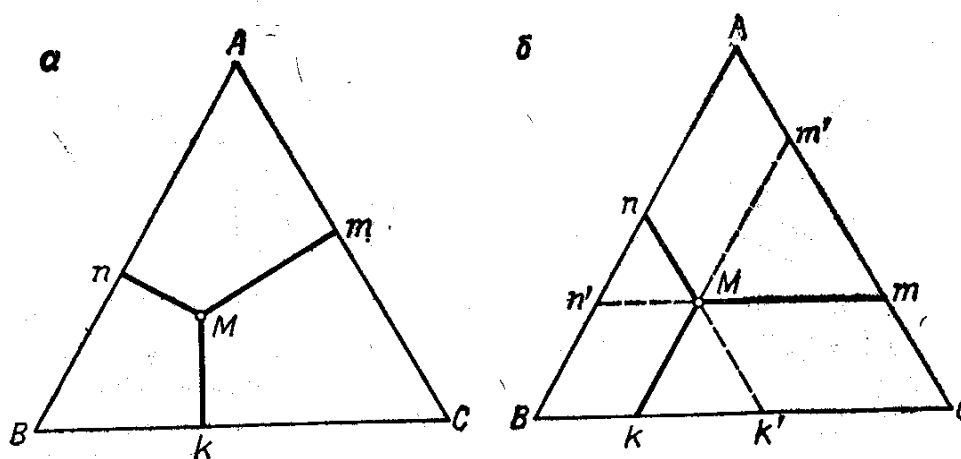
1. Уч компонентли системалар ҳолатини уч бурчак ёрдамида ифодалаш

Уч компонентли системаларнинг ҳолат диаграммаси уч ёкли тўғри бурчакли призмада тасвирланади. Бу призманинг асоси тенг томонли учбурчак бўлиб, унинг юзасида системанинг таркиби, призманинг баландлиги бўйлаб унинг бирор хоссаси, масалан эрувчанлик ҳарорати қуйилади (икки ўзгарувчан t_0 , P лардан биттаси турғун деб қабул қилинади).

Учбурчак ABC (8 –расм) учларида системани тоза компонентлари фигуратив нуқталари жойлашади 100 % ли A, B ва C нуқталар, яъни расмда кўрсатилган A нуқтада A модда - 100%, C нуқтада C модда - 100%, B нуқтада B модда - 100 % (ёки моль қисм қўлланилганда бир) деб қабул қилинади. Учбурчак учала томонларга қуйилган фигуратив нуқталар икки компонентли система таркибини кўрсатади. Учбурчакнинг ичидаги нуқталар эса уч компонентли система таркибини кўрсатади. Учлик аралашмаларни таркибини Гиббс усулида ифодалашда учбурчак баландлиги 100% деб қабул қилинади. $A=M_k\%$, $B=M_m\%$, $C=M_n\%$; $M_k+M_m+M_n=100\%$ (8-расм).

Агарда тенг томонли учбурчакнинг учала баландлигини 100 бўлакка бўлиб, бу нуқталардан учбурчак томонларига параллел чизиклар ўтказилса, учбурчак юзаси ўлчов каттакчаларига бўлиниб қолади.

Учбурчакнинг бирор учидан унинг қаршисида томонга туширилган чизик бўйлаб жойлашган фигуратив нукталарда икки компонентнинг нисбий миқдори бир хил, учинчи компонентнинг нисбий миқдори эса ҳар хил бўлади. Масалан: N , L нуктада ва CN CL бўйлаб A/B нисбати бир хил, C миқдори ҳар хил бўлади, масалан CN 70/30 ; CL 50/50. Модданинг миқдори учун қаршисидаги томондан бошлаб ҳисобланади. Худди шундай A, B моддалари ҳам шу хилда ўзгаради. Масалан C_1 ва C_2 чизигининг ҳамма нукталарда C -20%, C_3 C_4 бўйлаб 80% га тенг бўлади. B_1 B_2 чизигида B нинг миқдори 90% га тенг ва ҳоказо.



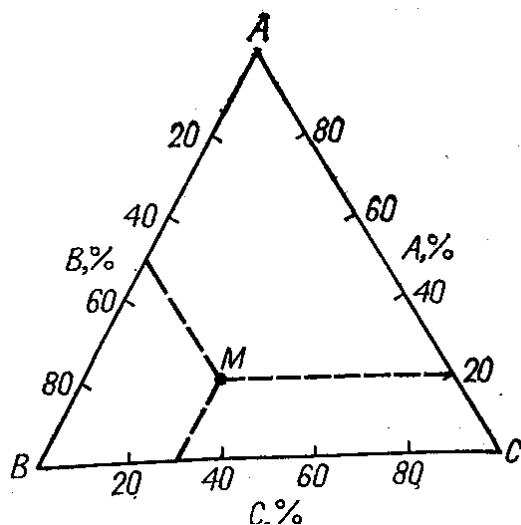
Расм 8. Учлик системаларни таркибини ифодалаш.

Учбурчак ичида жойлашган фигуратив нукта таркибини ифодалашда қуйидагига асосланади. Учбурчак ичида жойлашган фигуратив нуктадан томонларга туширилган перпендикуляр йиғиндиси учбурчак баландлигига тенг (Гиббс методи). Масалан система таркибида A -40%, B -30% ва C -30% бўлсин. Бу таркибни кўрсатувчи фигуратив нукта қуйидагича топилади (8 расм). AA_1 чизигида A -40% ни кўрсатган нуктадан CB чизигига параллел чизик ўтказилади бу чизик бўйлаб A -40% бўлади. BB_1 чизигидан, B -30% ни кўрсатган нуктадан AC чизигига параллел чизик ўтказамиз, бу чизик 30% C кўрсатган нуктадан AB чизигига параллел чизик ўтказамиз бу чизик бўйлаб 30% бўлади. Бу параллел чизиклар бир нуктада P да учрашади. Демак P юқоридаги таркибни кўрсатган фигуратив нуктадир. Агарда P нукта берилган бўлиб, бу нукта қандай таркибга эга эканлигини билиш керак бўлса, юқоридаги ишларнинг акси қилинади. Бу нуктадан учбурчак баландликларига тик чизик туширилади ва бу тик чизикларнинг баландликлар билан учрашган нуктаси компонентларнинг процент миқдорини кўрсатади. Масалан, система таркиби M нукта билан ифодаланган, компонентларнинг миқдори: A - $M_k\%$ B - $M_m\%$ ва C - $M_n\%$, $M_k + M_m + M_n = 100\%$. (расм 8 б).

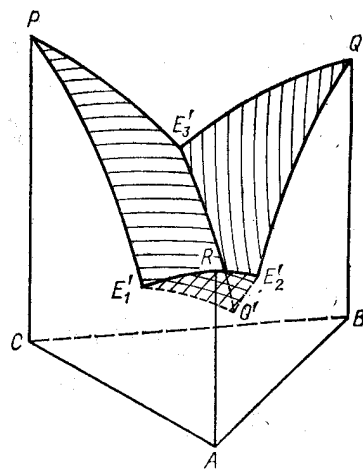
Розебом усули тенг томонли учбурчакнинг ичидаги ҳар қандай нуктадан учбурчак томонларига чизилган параллел чизиклар узунликлари йиғиндиси

учбурчак томонининг узунлигига тенг. Масалан , система таркиби М нукта билан ифодаланса (расм 8 в). Система таркибини билиш учун М нуктадан АВ ва АС томонларга параллел равишда чизиклар тортилади: АС томондан кўриниб турибдики m_1 нуктада С-10%, АВ томондаги n_1 ёки АС томондаги m нуктада А-20%. Демак, В-70% дир, яъни M_k кесим А- компонент миқдорини аниқлайди ($Mm-B$, $Mn-C$). M_k , Mm ва Mn кесимларга тенг бўлган M_k^1 , Mm^1 ва Mn^1 кесимларни ҳам олиш мумкин. Агарда М аралашмадаги А компонент миқдорини СА томондан ҳисобласак, В ни АВ томондан, С ни – ВС томондан ҳисобланади.

М нуктадаги аралашма таркиби 20% А, 50% В ва 30% С.



Расм.9. Аралашма таркибини ҳисоблаш усули.



Расм10. Учлик система политермаси.

Агар маълум таркибли система фигуратив нуктасини топиш керак бўлса, учбурчак томондан, АС дан А модда, АВ томондан В модда миқдорини кўрсатган нуктадан учбурчакнинг қолган томонларига параллел чизиклар тортилади, бу чизикларнинг учрашган нуктаси изланаётган фигуратив нукта бўлади.

Агарда М таркибли система, S ва Т таркибли икки фазага ажралса, бу учала системанинг фигуратив нукталари бир тўғри чизикда ётади.

Учбуракли диаграммани 2 та муҳим хоссаси:

- учбурчакни бирор учидан унинг қаршисидаги томонга туширилган нурдаги фигуратив нукталарда, учбурчакни қолган икки бурчагидаги моддаларга мос келувчи концентрациялар нисбати бир хил.
- Учбурчак ичидан, унинг бирор томонига ўтказилган параллелдаги фигуратив нукталарда уни қаршисида ётган бурчакка мос келувчи модда миқдори бир хил бўлади.

Агар К фигуратив нукта билан характерланган система В ва Д таркибли икки фазага ажралса, бу учала фигуратив нукталар (К, В, Д) бир тўғри чизиқда ётади. Бу системаларга рычаг қоидасини қўллаш мумкин.

2. Уч компонентли системалар политермаси

Сув (А) ва бир хил ионли иккита В,С тузлардан ташкил топган системани таркибини АВС учбурчакдаги нукталар оралиғида ифодалаш мумкин.

Демак уч компонентли системаларда бир-бирига боғлиқ бўлмаган тўртта омилдан (иккита туз концентрацияси, ҳарорат, буғ босими) АВС учбурчакда икки туз концентрацияси ўз ифодасини топади, учинчи ўқда ҳароратни учбурчак системасига перпендикуляр ўқда жойлаштириш мумкин. Система турли таркибига тўғри келувчи, АВС бурчакда ётган ҳар бир фигуратив нуктадан, ушбу таркибни тўйинган эритмасига бир бирига мос кесимлар ўтказамиз. Бу кесимларни юқоридаги нукталари туташтирилса, учбурчакли призмада, система туйиниш юзасини кўрсатувчи, фазовий шакл ҳосил бўлади. Бундай система ҳолати, таркиби ва тўйинган эритма таркибини ҳароратга боғлиқлигини ифодаловчи фазовий диаграмма- **политерма дейилади.**

Бу диаграммада буғ босими кўрсатилган. 3.11 а расмда диаграммани политермаси ва ортогонал проекцияси кўрсатилган 3.11 б расм. Ортогонал проекция ва призма ёқларидан бири (CC_1B_1B) да марказий проекция берилган. Призма ичида ётган нукталарни призма ёқларидан бирига туширилган марказий проекцияси асосига ўтказилган параллел текисликдаги нуктадан ён қаршисидаги (одатда сувни AA_1 қирраси) қиррадан тўғри чизик ўтказиш йўли билан топилади.

11 ва 11а расимлардан кўриниб турибдики, призманинг ён томонларида икки компонентли системалар диаграммаси ифодаланган АВ қирра устидаги ёнда В тузни сувда эрувчанлик диаграммаси АС қирра четидаги ёнда С тузни сувдаги эрувчанлик диаграммаси, СВ қирра устидаги ёнда сувсиз В ва С тузларнинг суюқланиш диаграммаси берилган. E_1 , E_2 ва E_3 нукталар иккилик системалар эвтектик нукталари.

Бу иккилик эвтектик нуктага мос таркибли эритмага учинчи компонентни қўшсак эрувчанликни камайишига олиб келади ва мос ҳолда эвтектик ҳарорат пасаяди.

Призма ичидаги O^1 нукта – бутун системанинг эвтектик нуктаси (11а-расм). Бу нуктада эритма, муз ва иккита сувсиз В ва С тузлари билан мувозанатда бўлади. Бу нуктадан пастда суюқ фаза мавжуд бўла олмайди. PE_1^1 , O^1 , E^3 ,

$QE_2^1 O^1 E_3^1$ ва $RE^1 O^1 E^1$ тўйиниш юзалари, булар устида турган туйинмаган эритма соҳасини тагидаги қаттиқ фаза соҳасидан ажратиб турибди. $PE^1 O^1 E^3$ юзада эритма C тузи билан тўйинган ва юза тагида тўйинган эритма қаттиқ фазадаги C билан мувозанатда бўлади; $QE^1 O^1 E^1$ юза тагида B тузи кристалланади, $RE^1 O^1 E^1$ тагида эса муз. Бу юзаларни кесишиш чизиқлари $E^1 O^1$, $E^1 O^1$ ва $E^1 O^1$ эритмани икки қаттиқ фаза билан тўйиниш эгри чизиғи – муз ва C туз ($E^1 O^1$) муз ва B туз ($E^1 O^1$) ва икки туз билан (E^1, O^1). O^1 нуктада ҳамма учала компонент бир вақтда кристалланади.

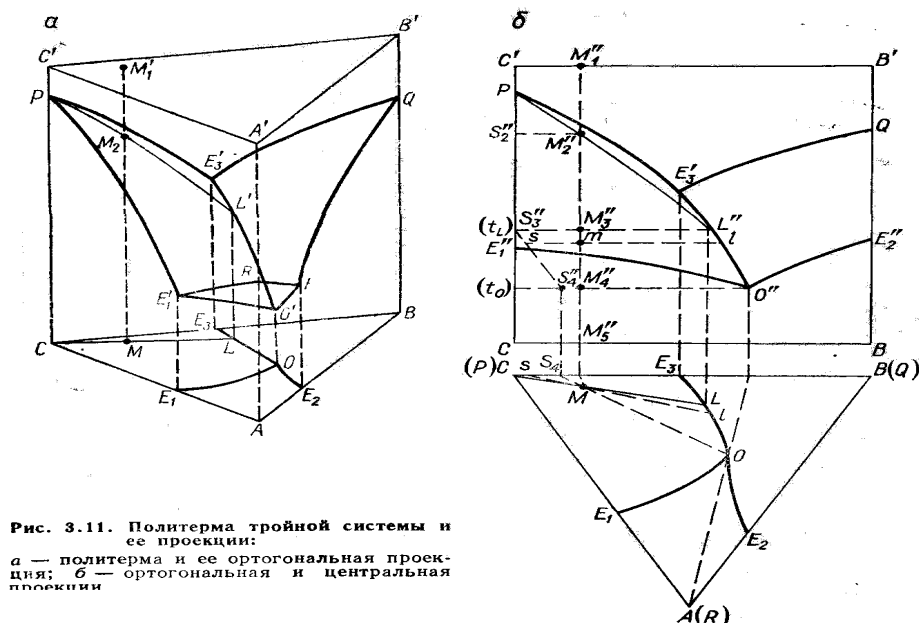


Рис. 3.11. Политерма тройной системы и ее проекции:
а — политерма и ее ортогональная проекция; б — ортогональная и центральная проекции

Расм 11. Учлик система политермаси ва уни акси.
а) политерма ва уни ортогонал акси, б) ортогонал ва марказий акси.

Таркибида B ва C туз бўлган туйинмаган M^1 -таркибли эритма берилган бўлсин. (11 расмга қаранг). Системани M^1 , фигуратив нуктасини вертикал ёкдаги проекцияси (акси) M^1 нуктада ва призма асосида - M нуктада (11(б) расмга қаранг) белгиланган.

Система совитилганда уни фигуратив нуктаси $M^1 M$ политерма чизиғи бўйича пастга ҳаракатланади, вертикал акси эса M_1^{11} ; $M^{11}5$ бўйича, горизонтал аксда система таркиби ўзгармайди. Система ҳолати M_2 нуктага келганда (M_2^{11}) (11(а) расм) эритма C тузга тўйинади, чунки M_2 бу тузни тўйиниш юзасида ($PE^1, O^1 E^1$) ётади (11, а расмга қаранг), политермани аксидаги мос келувчи M_2^{11} ва M нукталар C тузни кристалланиш соҳасида ётади (PE_1^{11} , O^{11} , E_3^{11} ва CE_1 , OE_3 - 11 б расмга қаранг.) Совитишни яна давом эттирилса қаттиқ фазага C туз ажралиб чиқади ва эритма бу тузга нисбатан камбағаллашиб боради, аммо бу тузга нисбатан тўйинганлигича қолади. Шунинг учун эритма фигуратив нуктаси $PE^1, O^1 E_3^1$ юза бўйича ҳаракатланади. Бу кристаллга тушмайдиган икки туз (B ва муз) нисбатлари доимий бўлган чизиқ бўйлаб бўлади. Бундай шароитга вертикал юзада

ётувчи $CC1$ қирра орқали M_2 нуктадан ўтувчи $PL^1(P^{11})$ чизик мос келади. Бу юзани горизонтал акси CL – кристалланиш нури деб айтилади.

Шундай қилиб тўйинган эритма совитилганда уни фигуратив нуктаси $M_2(M_2^{11})$ дан $L^1(L^{11})$ га $PL^1(PL^{11})$ чизик бўйлаб, силжийди. Горизонтал аксда бу ҳаракат кристалланиш нури бўйича бўлади.

Бир вақтда қаттиқ фаза фигуратив нуктаси C_1C қирра бўйлаб пастга ҳаракатланади S^1_2 дан $S^{11}_2 S^{11}_3$ га, горизонтал аксда эса C нуктаси ҳаракатсиз қолади. t_L - ҳаракатга етиши билан эритма нуктаси $L^{11}(L)$ га тўғри келади яъни C ва B тузларнинг биргаликдаги туйиниш чизигига тўғри келади, шу пайтдан бошлаб B тузи ҳам кристаллана бошлайди. Шунинг учун системани t_L дан t_0 гача совитиш давомида ва система таркиби M^{11}_3 дан M^{11}_4 ҳаракатланганида қаттиқ фаза таркиби C^1C қирра бўйлаб эмас, C^1CBV^1 ёқда ётган $S^{11}_3 S^{11}_4$ чизик бўйлаб содир бўлади. Бу чизикнинг горизонтал проекцияси – CS_4 , чуқмада B тузни миқдори ортиши билан уни таркибини кўрсатувчи нукта B тарафга C дан S_4 гача силжийди. Бу билан бир вақтда икки туз (A, B) билан туйинган эритманинг таркиби $L^{11}O^{11}(LO)$ бўйича силжийди. Системани ҳолати эвтектик ҳароратга етиши билан M^{11}_4 нуктада қаттиқ фазага муз ҳам ажрала бошлайди.

Система музламагунча уни M^{11}_4 нуктаси ўзгармасдан қолади, чунки t_0 ҳароратдан пастда суюқ фаза бўлмайди, ва музлаш доимий ҳарорат t_0 да содир бўлади.

Шунинг учун суюқ фазанинг фигуратив нуктаси эвтектик O^{11} нуктада ўзгармасдан қолади. Чуқманинг таркиби учунчи компонент-муз билан бойий бошлайди, яъни S_4 дан S_4M ($S^{11}_4 M^{11}_4$) чизик бўйлаб призманинг ичига силжийди, Қачонки система тўлиқ қотгандан сўнг система ва чуқмани фигуратив нукталари $M(M^{11}_4)$ нуктада мувофиқлашса, кейинги совитишда қотган система нуктасини M^{11}_4 дан M^{11}_5 га силжишига мос келади.

Шундай қилиб, системани совитишда ва уни M^{11}_1 дан M^{11}_5 га силжитиш билан вертикал аксда эритмани фигуратив нуктаси $M^{11}_1 M^{11}_2 L^{11} O^{11}$ чизик бўйлаб силжийди, горизонтал проекциясида эса $M L O$ чизик бўйлаб чуқма нуктаси-мос холда $S^{11}_2 S^{11}_3 S^{11}_4 M^{11}_4 M^{11}_5$ ва $CS_4 M$ бўйлаб, силжийди.

Бирлаштирувчи тўғри чизик қондасига биноан, система, чуқма ва суюқ фазалар фигуратив нукталари, система политермасда ва уни аксларида (вертикал, горизонтал) ҳам ҳар доим битта тўғри чизикда ётади. Қачонки система таркиби m нуктада бўлса, суюқ фаза l нуктада, чуқма эса $8s$ нуктада бўлади (11 б расм).

Таянч сўзлар:

Изотермик, тенг томонли учбурчак, призма, Гиббс усули, Розебом усули, политерма, кристалланиш нури, горизонтал акс, вертикал акс, ортогонал, акс, марказий акс, қирра, ён, ёқ, асос, туйиниш юзаси, эвтектик ҳарорат.

Назорат саволлари:

1. Уч компонентли системаларни, максимал фазалар сони нечага тенг?
2. Учбурчак томонлари қандай система таркибини кўрсатади?
3. Учлик система таркибини Гиббс усулида қандай ифодаланди?
4. Учлик система таркибини Розебом усулида қандай ифодаланади?
5. Политерма деб нимага айтилади?
6. Система совитилганда, фигуратив нукта, горизонтал ва вертикал акслар қандай ўзгаради?
7. Учлик система эвтектик нуктасида эритма таркиби ва қаттиқ фаза таркиби қандай?
8. Учлик системаларга ричаг қондаси қўллаб бўладими?
9. Учлик системалар политермаси қандай қурилади?
10. Вертикал акс қайси ён ёқдан ўтказилади.
11. Учбурчакли диаграммаларни икки муҳим хоссалари нима?

5-МАВЗУ

ПОЛИТЕРМАЛАРНИНГ ИЗОТЕРМИК КЕСИМЛАРИ

Режа:

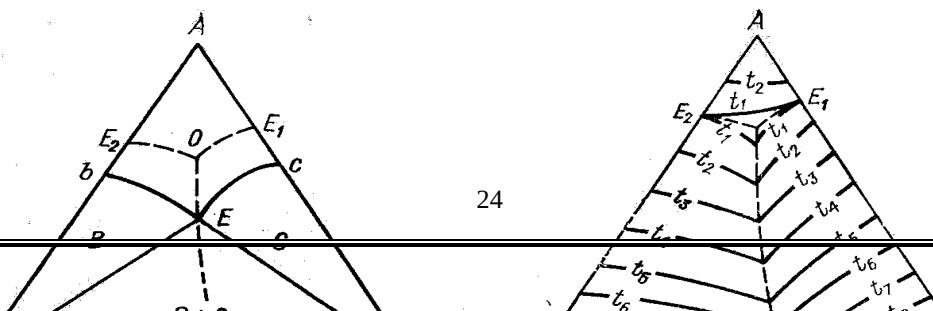
1. Изотермик буглатишда тузларнинг кристалланиши.
2. Кристаллогидратли системалар
3. Қўшалок тузли системалар
4. Аралаш кристаллар.

Амалий ҳисобларда политермик акслардан эмас, балки унинг изотермик кесмларидан фойдаланилади.

Бунинг учун политермани мувозанатдаги эгри юзаларини горизонтал текислик билан кесганда, текис учбурчак ичида ётган муайян хароратдаги эрувчанлик эгри чизиқлари олинади.

12 расмда (1.10 расмга қаранг) икки тузни биргаликда суюқланиш харорати E_3^1 дан пастда ва сувни кристалланиш нуктаси R (яъни 0°C дан) юқори хароратда ўтказилган изотермик кесими берилган.

Бу ерда Eb ва Ec-B ва C тузларни эрувчанлик эгри чизиқлари. b нукта-тоза В тузни эрувчанлиги (С туз иштирок этмаганда); c нукта-тоза С тузни эрувчанлиги (В туз иштирок этмаганда). AbEc-туйинмаган эритма соҳаси. BbE тузни кристаланиш соҳаси, бу ерда В туз билан туйинган эритма билан В туз кристалларида иборат система фигуратив нукталари жойлашган CcE- С тузни кристаланиш соҳаси. E нуктада эритма В ва С тузлар билан туйинган, бундай эритмадан бир вақтда иккала туз ҳам кристалга тушади.



Расм 12. Политермани изотермик кесими.

Расм 13. Политермани изотермик кесимлари.

Изотермик диаграммадаги Е нукта эвтоник нукта дейилади. Бу нукта билан ифодаланган эритма таркиби, ва ундан кристаллга тушган тузлар аралашмаси эвтоник деб юритилади.

ВЕС-В ва С тузларни бирга кристалланиш соҳаси, бу ерда В ва С тузлардан иборат қаттиқ фаза Е таркибли эвтоник эритма билан мувозанатда бўлади.

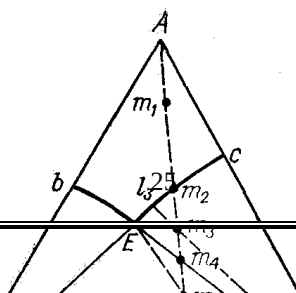
12-расмдаги пунктир чизиқ учбурчакли асосга туширилган политерма аксини кўрсатади. Бунинг ўрнига, изотермик кесимлардан фойдаланиш учун, битта учбурчакка бирнеча изотермаларни бериш мумкин.(13-расм)

1. Изотермик буглатишда тузларнинг кристалланиши

Агарда тўйинмаган эритма таркиби m_1 билан ифодаланса (14-расим), у ҳолда уни буглатганда В ва С тузлар нисбати системада доимий қолади, чунки системадан фақат А компонент-сув чиқарилади. Шунинг учун буглатиш давомида қолган система таркиби сувни А нуктаси ва эритмани таркиби m_1 нукта орқали ўтказилган буглатиш нури-АД буйича ҳаракатланади. Бу нур С тузни эрувчанлик чизиғи ЕС-ни ва бу тузни кристалланиш соҳасини кесиб ўтади.

Қачонки система ҳолати m_2 нуктага келганда, эритма С тузга тўйинади, ва буглатиш яна давом эттирилса бу туз кристаллана бошлайди. Таркиби учбурчакни учи С нукта билан ифодаланган С тузни кристаллга тушиши билан эритма бу тузга нисбатан камбағаллашиб боради, аммо доим тўйинганлигича қолади. Шунинг учун система таркиби m_2 дан m_4 гача ўзгарганда эритма нуктаси эрувчанлик изотермаси бўйича m_2 дан Е га ҳаракатланади.

Хоҳлаган ҳолатда m_2 дан m_4 гача эритма таркиби (масалан l_3) система таркиби (m_3) ва қаттиқ фаза таркиби (С) билан битта бирлаштирувни тўғри чизиқда бўлади. С тузни кристалланиш соҳасида С нуктадан ўтказилган тўғри чизиқ С тузни кристалланиш нури бўлади (масалан Cl_3). Умуман мувозанатда бўлган икки фазани фигуратив нукталари орқали ўтказилган кесим, бирлаштирувчи тўғри чизиқ ёки кристалланиш нури деб аталади.



Расм 14. В-С-А системани изотермик эрувчанлиги.

Қачонки система ҳолати m_4 нуктага етганда эритма таркиби Е-эвтоник нуктага силжийди, ва эритма В тузга нисбатан ҳам тўйинади, буғлатишни яна давом эттириш билан чуқмага С туздан ташқари В туз ҳам ўта бошлайди. Эритма таркиби эса Е-эвтоник нуктада ўзгармасдан қолади. Эритма таркиби (Е-нуктада) система тўлиқ қуригунча давом этади. Изотермик буғлатишда эвтоник нукта туйинган эритма таркиби ўзгаришини охириги ҳолати. Чўкма таркибида В тузни кўпайиши билан уни таркиби учбурчакни ВС тарафи бўйича С нуктадан В нукта тарафга силжийди.

Қачонки система ҳолати m_5 нуктага мос келганда, эритма таркиби Е нуктада қолган ҳолда, чўкма таркиби S нуктада бўлади.

Система тўлиқ буғлатилганда система ва чўкма таркиби D нуктада мувофиқлашади, эритма (суюқ фаза) йўқолади.

Ричаг қондасига биноан хоҳлаган вақтдаги система таркибий қисмлари микдори нисбати, система нуктасида таркибий қисмлари нукталаригача бўлган туғри кесимлар узунлигига тесқари пропорционал.

Масалан, қачонки система m_5 нуктада булса, у ҳолда

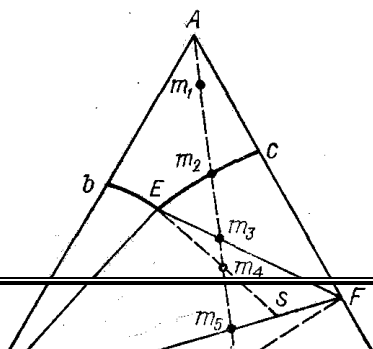
$$\frac{\text{Буғланган сув микдори}}{\text{Системани қолган микдори}} = \frac{m_1 m_5}{m_1 A}$$

$$\frac{\text{Чўкма микдори}}{\text{Эритма микдори}} = \frac{E m_5}{m_5 S}$$

$$\frac{\text{Чуқмадага С тузи микдори}}{\text{Чўкмадаги В туз микдори}} = \frac{B S}{C S}$$

2. Кристаллогидратли системалар

Кўпинча тузлар кристаллогидрат шаклида кристалланади (15 расм). Изотермик диаграммада С тузни кристаллогидрат таркиби учбурчакнинг АС тарафида ётувчи F нуктада ифодаланган.



Расм 15. Кристаллогидрат бўлган системанинг изотермик эрувчанлиги.

ABF учбурчакдаги изотермик бўғлатиш жараёни юқоридаги кристаллогидрат ҳосил қилмайдиган системалардаги сингари бўлади. Фарқ шундаки FcE соҳада с туз эмас унинг F таркибли кристаллогидрати тушади, BFE- соҳада сувсиз В тузи ва кристаллогидрат F биргаликда кристалланади. BCF- соҳада суюқ фаза бўлмайди, сув компонент сифатида қаттиқ F бирикма таркибига киради. Бу ерда кристаллогидрат ва сувсиз В ва С тузлар соҳаси. m_1 таркибли эритмадан сув изотермик бўғлатилганда аввало m_2 нуктада эритма чўкмага ажраладиган F кристаллогидрати билан тўйинади. m_3 нуктада эса эритма В туз билан ҳам тўйинади. Бўғлатишни яна давом эттирсак чукмага С тузи кристаллогидрати F туз билан бир вақтда сувсиз В туз ҳам тушади.

Қачонки система таркиби m_4 нуктада бўлганда, чўкма таркиби BF чизикда ётувчи В туз ва F кристаллогидратидан иборат аралаш чўкма таркиби S нуктада ифодаланади.

Система ҳолати m_5 га етганда, унда эритма қолмайди: чўкма таркиби ва система таркиби m_5 нуктада мувофиқлашади. Кейин қотган системада сувсизланиш содир бўлиши мумкин, яъни В туз билан аралашган қаттиқ кристаллогидратдан сув ажралиб, сувсиз С тузга айланади. Система таркиби m_5 дан D га силжиганда сувсиз тузлар таркиби BC чизик бўйлаб В бурчакдан силжийди.

Қачонки система m_6 нуктада бўлганда, унинг таркиби K нукта билан ифодаланган сувсиз В ва С тузлардан ва маълум миқдордаги F кристаллогидратидан иборат бўлади.

Кристаллогидрат тўлиқ йўқолганда система сувсиз В ва С тузларидан иборат бўлиб – таркиб D нуктага тўғри келади.

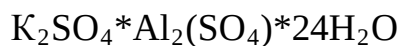
3. Қўшалок тузли системалар

Учлик сувли системаларда система таркибига кирадиган нафақат тузларнинг кристаллогидратлари, балки сувсиз ва гидратланган қўшалок тузлар ҳам кириши мумкин.

Бу бирикмалар маълум бир ҳарорат оралиғида мавжуд бўлиши мумкин, акс ҳолда улар парчаланади ёки бошқасига айланади.

Баъзи бир ҳолларда қўшалок тузлар бутун ҳарорат оралиғида –эвтоник нуктадан сувсиз туз билан биргаликда суюқланиш ҳароратигача барқарор бўлиши мумкин.

Агарда маълум миқдордаги сувда қўшалок тузни қисман эритганимизда ҳосил бўлган тўйинган эритмадаги тузлар нисбати қаттиқ ҳолдаги сингари бўлса, унга конгруэнт эрувчи деб номланади. Шундай ҳолатда қўшалок туздан ёки уни алоҳида компонентларидан (стехиометрик) мос миқдорда олиб тайёрланган эритма бўғлатилса қўшалок тузни ўзи кристалланади. Бунга алюмокалилий аччиқтош мисол бўлиши мумкин.



Бошқа қўшалок тузлар инконгруэнт эрийди. Бунда ҳосил бўладиган эритма таркиби қўшалок туз таркибига мос келмайди. Қўшалок туз таркибига мос келувчи тўйинган эритма изотермик бўғлатилганда, қўшалок туз эмас уни таркибий қисмларидан бири кристалланади. Бунга мисол карналлит $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ бўлиш мумкин. Буни чекланган миқдоридаги сув билан ишланганда эритмага асосан MgCl_2 ўтади, хлорид калий эса қаттиқ фазада қолади.

Қўшалок туз барқарор бўлган ҳолда изотермик диаграммада қўшалок туз билан уни тўйинган эритмаси мувозанатда бўлган мувозанат чизиғи ҳосил бўлади. Қўшалок тузни эрувчанлик эгри чизиғи оддий тузларни ёки уларни кристаллогидратларини эрувчанлик эгри чизиқлари билан кесишади.

16 расмда В ва С компонентлардан иборат таркиби Д бўлган сувсиз қўшалок туз ҳосил қиладиган система изотермик эрувчанлиги ифодаланган.

Бу ерда:

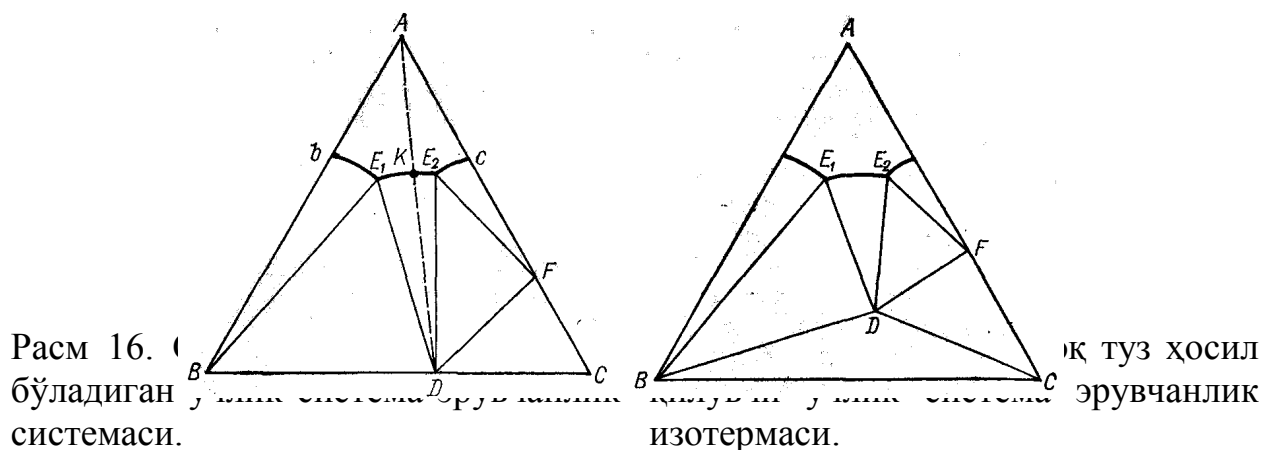
BE_1 – сувсиз В тузни тўйиниш чизиғи.

CE_2 – С тузни F кристаллогидратини тўйиниш чизиғи.

E_1E_2 – Д қўшалок тузни тўйиниш чизиғи.

Кўриб турибмизки, бу ҳолда иккита E_1 ва E_2 эвтоник нуқта бўлади.

$\text{E}_1\text{E}_2\text{D}$ – қўшалок тузни кристалланиш соҳаси.



BE_1D – қўшалок туз ва сувсиз В тузни биргаликдаги кристалланиш соҳаси.

FE_2D – F кристаллогидрат ва қўшалок тузни биргаликдаги кристалланиш соҳаси.

DFC – ичида суюқ фаза бўлмайди. Бу ерда С, Д ва F лардан иборат фақат қаттиқ фаза бўлади.

Эритма таркиби Р ўтиш нуктасига етганда, эритма D қўшалок тузга ҳам тўйинади, ва D чўкмага ажралиб чиқа бошлайди. Қўшалок туздаги В компонент миқдори Р нуктадаги эритмадаги туз массасидан кўп, (Р нукта AD нуктадан ўнгда), қўшалок туз чўкиши билан эритма В тузга нисбатан камбағаллашиши керак эди, аммо олдин чўккан В тузни қайта эришини хисобига, ўзгармайди.

Олдин тушган ҳамма В туз эриб қўшалок тузга айланиб бўлмагунча эритма таркиби Р нуктада қолади.

Шундай қилиб Р нукта олдин чўкмага тушган В тузини D қўшалок тузга айланиши кузатилади D тузини янада ажралиши эритмани В тузга С тузга қараганда нисбатан кўпроқ, камбағаллашишига олиб келади.

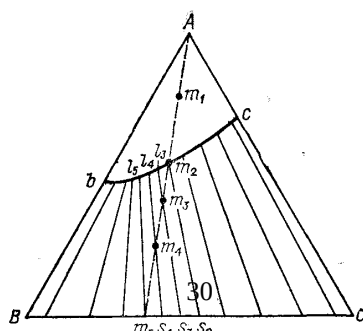
Шунинг учун эритма таркиби ўзгара бошлайди уни фигуратив нуктаси RE тўйиниш чизиги бўйлаб В туз миқдори кам бўлган E нуктага томон ўзгаради. E эвтоник нуктага етиши билан эритмада қўшалок туз билан бирга кристалланидиган С туз кристаллогидрати F билан ҳам тўйинади.

Бу ҳолда чўкмага ажралган ва эритмадаги туз массалари бир хил бўлади. Эритма таркиби, у тўлиқ қуримагунча доимий қолади. E- нукта конгруэнт. Шундай қилиб, ўтиш нуктаси Р, эвтоник E нуктадан фарқ қилиб, изотермик буғлатишнинг охириги қисми эмас. Аммо шароит ҳосил қилишганда Р-нукта инконгруэнт бўлишига қарамасдан, буғлатилаётган эритма таркиби Р-нуктага етганда кўриши мумкин. Бундай ҳолат, буғлатиладиган эритмада В- тузини миқдори ҳосил бўладиган қўшалок туз D-га нисбатан бойроқ бўлса кузатилади. (кристалланиш нури AD чапроққа сўрилган бўлади.) Бу ҳолда дастлаб В туз кўпроқ кристалланади, сўнг қўшалок туз ҳосил бўлишида эрийди ва эритма таркиби (Р- нуктадан) ўзгараман дегунча система қурийди.

4. Аралаш кристаллар.

Баъзи бир системаларда кристалланишда қаттиқ фазадаги индивидуал кимёвий бирикмалар билан бир қаторда қаттиқ эритма ҳам ажралади. Бу кристалларнинг таркиби суюқ фазанинг миқдорий таркибига боғлиқ ҳолда узлуксиз ўзгариб туради. Бундай кристаллар аралашмалар деб юритилади. Уларни таркиби тоза В туздан тоза С тузгача ўзгариши ёки маълум оралиғдаги аралашма таркиби билан чегараланиши мумкин.

19- расмда, аралаш кристаллар таркиби тоза В туздан тоза С тузгача ўзгарадиган система диаграммаси берилган. Тўйинган эритма вс чизиги ликвидус чизиги солидус чизигида ётадиган мувозанатдаги қаттиқ фаза таркибга мувофиқ бўлади.



Расм. 19. Аралаш кристалларни узликсиз қаторини ҳосил қилувчи система изотермаси.

Ликвидус чизигидаги ҳар бир нуқта, эритма билан мувозанатда бўлган солидус чизигидаги аралаш кристалл таркибини кўрсатувчи нуқтага мос келади. Ликвидус ва солидус чизикларидан мос мувозанатдаги нуқталардан бирлаштирувчи тўғри чизик ўтказилади. m_1 таркибли эритма изотермик буғлатилганда система фигуратив нуқтаси A m_5 нур бўйлаб ҳаракатланади. m_2 нуқтага етганда эритма тўйинади, ва ундан S_2 таркибли $B+C$ таркибли аралаш кристаллар ажралиб чиқа бошлайди. Буғлатишни давом эттириш билан эритманинг ва кристалларнинг таркиби узлуксиз ўзгара боради. Қачонки система таркиби m_3 бўлганда эритма таркиби l_3 , чўкма эса $-s_3$ нуқта билан ифодаланади. Система тўлиқ қуриганда чўкма таркиби m_5 , кўриш олдидаги эритма таркиби l_5 га мос келади.

Эритма ва чўкмани туз таркиби бир хил бўлса уларни таркибини узлуксиз ўзгаришини тўхтатиш мумкин. Бу ҳолда кристалланиш нури бирлаштирувчи тўғри чизик йўналиши билан мос тушади.

19 расмда ифодаланган диаграммада бу нарсани эритма таркиби энг кўп B ёки C туздан иборат бўлганда кузатиш мумкин. Оралиқдаги таркибли эритмалар, эритма ва чўкма таркиби ўзгармай қолгунча олдинроқ қурийд.

Таянч сўзлар:

Изотермик кесим, изотермик буғлатиши, кристалланиш нури, кристаллогидратли системалар, қўшалок туз, аччиқ тош тузи, карналлит, геометрик аломат, аралаш кристаллар, қаттиқ эритма.

6-МАВЗУ

**УЧ КОМПОНЕНТЛИ СИСТЕМАЛАР ДИАГРАММАСИНИ
ТЎҒРИ БУРЧАКЛИ КООРДИНАТАЛАР ЎҚИДА ИФОДАЛАШ**

Режа:

1. Уч компонентли системалар эрувчанлик диаграммаси.
2. Учлик системани мураккаб изотермик эрувчанлиги

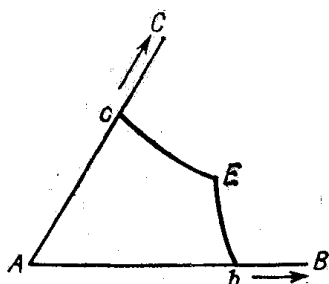
1.Уч компонентли системалар эрувчанлик диаграммаси.

Уч компонентли системалар эрувчанлик диаграммасини нафақат тенг томонли учбурчак билан, балки бошқа усулларда ҳам ифодалаш мумкин. 20 расмда (14 расмга қаранг) тенг томонли учбурчакда ифодаланган B ва C тузларни эрувчанлик изотермик диаграммасини сув бурчаги A курсатилган.

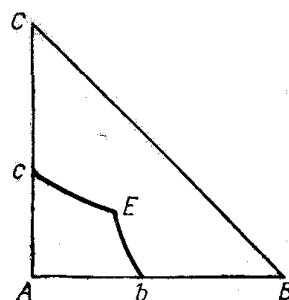
Агарда бу бурчакни тўғри бурчаккача кенгайтирсак, у ҳолда бурчак тенг ёнли тўғри бурчакка айланади. (21 расм) Бундай учбурчаклардан

фойдаланишни афзаллиги, бу диаграммани чизишда тўғри бурчакли сеткалардан, масалан миллиметрли қоғозлардан фойдаланиш имкони. Бу ерда шуни ҳисобга олиш керакки, ВС тарафни масштаби, тузларни миқдори оғирлик ёки моляр қисмларда (фоизларда) ифодаланган АВ ва АС томонлар масштабига мос келмайди.

Умуман учлик системаларни изотермик эрувчанлигини ифодалаш учун, турли узунликка эга бўлган катетли хоҳлаган тўғрибурчакли учбурчаклардан фойдаланиш мумкин. Бу ҳолда уларни масштаби ҳам турлича бўлади. Бу асосан эрувчанлиги катта фарқ қиладиган тузлардан иборат система диаграммасини ифодалашда қўл келади. Булар тенг томонли учбурчакларга чизилган диаграммалардан фарқ қилмайди, чунки барча диаграммалардан фойдаланиш усуллари бир хил.



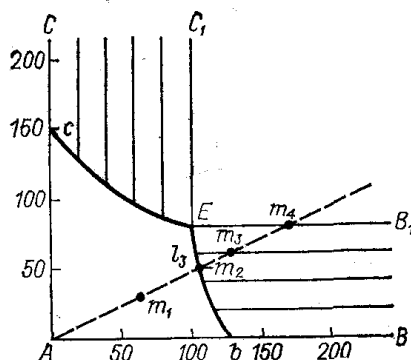
Расм. 20. Диаграммани сувли бурчаги.



Расм 21. Тенг томонли тўғри бучакли учбурчакдаги учлик система эрувчанлик изотермаси.

Тўғри бўрчакли координаталар ўқидан фойдаланишда гоҳида Схрейнемакерс усули қўлланилади. Эритма ёки қаттиқ фазадаги тузларни грамм ёки моль миқдори маълум миқдордаги (кўпинча 100 ёки 1000 грамм ёки моль сувга) сувга нисбатан ифодаланади.

1000 моль сувдаги маълум сондаги туз мольларини бириктирган эритма миқдори моляр бирлик деб аталади(МБ).



Расм. 22. Тўғри бурчакни координаталари ўқидаги эрувчанлик
изотермаси.

Масалан, 1000 моль сув 80моль NaCl бириктирса 1МБ 80 NaCl+ 1000H₂O бўлади, унинг оғирлиги эса $80 \times 58,44 + 1000 \times 18 = 22675 \text{ г} = 22,68 \text{ кг}$

Координата боши тоза сувга тўғри келади.(22 расм А нукта),тоза тузларни нуктаси В ва С уқларда ётади ва улар чексизликка интилади. Бу система координаталари бароцентрик эмас, шунинг учун буларга ричаг коидасини қўллаб бўлмайди.

Ифодаланган изотермик диаграмма тоза В тузни 1000г сувдаги эрувчанлиги 125г, С тузники эса 150г. Эвтоник эритма таркиби (Е нуктада)- 100г В + 80г С 1000г сувда.

AbEc--- тўйинмаган эритма соҳаси

BbEB₁ --- В тузни кристалланиш соҳаси (Бу ерда эритма В тузга нисбатан тўйинган ва шу тузни каттиқ фазадаги кристаллари билан мувозанатда бўлади).

CcEC₁ --- С тузни кристалланиш соҳаси.

Параллел чизиклар бу соҳалардаги тўйинган эритма фигуратив нуктаси билан мувозанатда бўлган кристалл таркибини туташтиради. Бу чизиклар масалан bB билан EB₁ чизикларда В(В₁) нуктада учрашади.В₁EC₁ бурчак ичи – В ва С тузларни биргаликда кристалланиш соҳаси. Бу ерда каттиқ фаза эвтоник эритма билан мувозанатда бўлади.

Эритмаларни изотермик бўғлатишда қолган система таркибидаги тузлар миқдори ўзгармайди, ўлар ўртасидаги нисбат доимий қолади, шунинг учун система фигуратив нуктаси А координата бошидан, системани бошланғич таркиби m₁ нукта орқали ўтказилган, буғлатиш нури бўйлаб силжийди.

m₂ ҳолатга етганда эритма В тузга нисбатан тўйинади. Буғлатишни яна давом эттирсак бу туз ажралиб чиқа бошлайди, эритма таркиби эса тўйиниш чизигида m₂ дан Е гача ўзгаради.

Бирлаштирувчи тўғри чизик коидасига биноан система фигуратив нуктаси m₃ бўлганда, эритма таркиби l₃ да чўкма эса В(чексизликда) нуктада бўлади.

Қачонки система фигуратив нуктаси m₄ бўлганда эритма таркиби эвтоник таркибга тенг бўлади. Бўғлатишни яна давом эттирилса, чўкмага иккала туз ҳам ажрала бошлайди. Эритма таркиби эса эвтоник нуктада қолади.

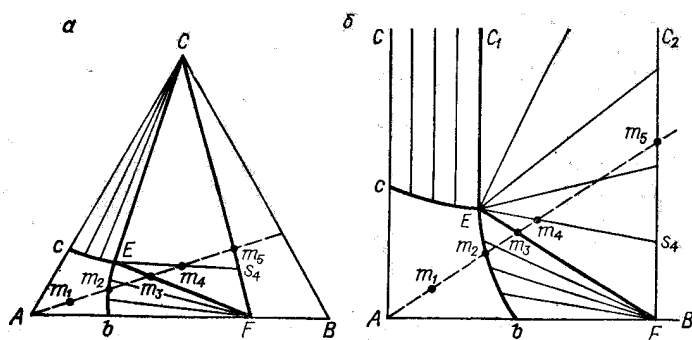
23а расмда, В туз F таркибли кристаллогидрат ҳосил қиладиган системани изотермик эрувчанлиги учбурчакли диаграммада, 23б расмда эса тўғри бурчакли координатада ифодаланган.

AC,EC₁ ва FC₂-- чизиклар чексизликка қўйилган С нуктада бирлашади (3.23 б)

m₁ тартибли системани изотермик буғлатилганда система m₂ ҳолатга келганда эритмада F кристаллогидрат чуқмага туша бошлайди. m₃ нуктада чуқмадаги кристаллогидрат таркибига С туз ҳам қўшилади, эритма таркиби

эвтоник нуктага мувофиқ келади. Чўкма таркиби эса кристаллогидратни F нуктадан, FC_2 чизик бўйлаб C тузини миқдори кўпайиши C_2 томонга силжийди.

Қачонки система m_4 нуктада бўлса чўкма таркиби S_4, m_5 бўлганда эса система бутунлай қурийд. Чўкма таркиби сувсиз C туздан ва B тузни F таркибли кристаллогидратидан иборат бўлади. Буғлатишни давом эттирсак бу системада кристаллогидратни сувсизланиши содир бўлади. Шундай қилиб 23б расмдаги FC_2 чизикдан унга суяқ фаза бўлмайди.



Расм. 23. Кристаллогидратли система эрувчанлик изотермаси.

2. Учлик системани мураккаб изотермик эрувчанлиги

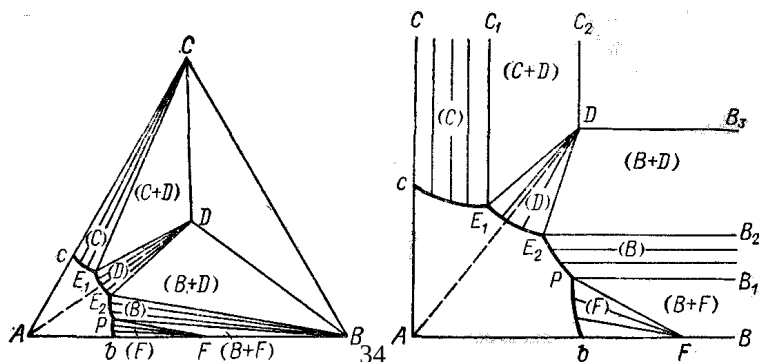
24 расмда маълум ҳарорат ва концентрацияли эритмада қаттиқ ҳолда сувсиз B тузи ва конгруэнт эрувчи кўшалок D туз кристаллогидрати мавжуд бўла олиши мумкин бўлган учлик системани мураккаб изотермик эрувчанлиги ифодаланган.

Диаграмма соҳалари қавс ичидаги ҳарфлар билан белгиланган.

C_2DB_3 – соҳа ичида суяқ фазаси бўлмаган система фигуратив нукталари жойлашган.

Тўғри бурчакли диаграммадаги ҳар бир соҳа чизик ва нукта (гоҳида чексизликда жойлашувчи) учбурчакли диаграммадаги соҳа, чизик ва нуктага мос келганлиги учун юқорида қаралган инвариант нукталарни конгруэнт ёки инконгруэнтлик аломатлари бунда ҳам сақланиб қолади.

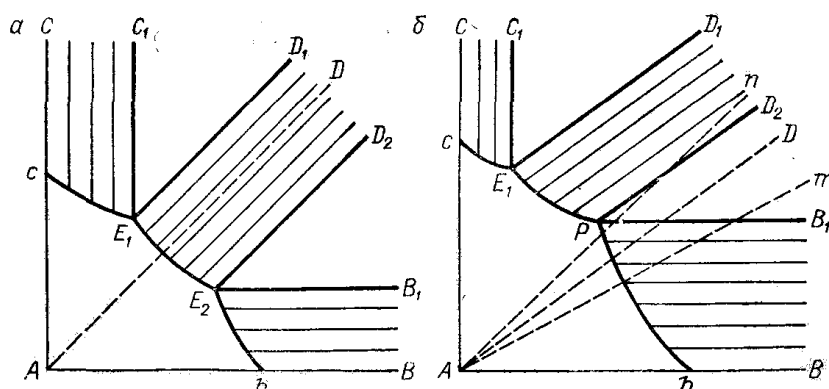
E_1 ва E_2 эвтоникалар конгруэнтли, чунки улардан ҳар бири муайян бирикмалари мувозанатда турган учбурчаклар ичида жойлашган (тўғри бурчакли диаграммада ADC учбурчакни C нуктаси ва ADB учбурчакни B нуктаси чексизликда жойлашган.)



Расм. 24. Кристаллогидрат ва сувли қўшалок туз ҳосил қилган система эрувчанлик изотермаси.

Ўтиш нуқтасида P инконгруэнт, чунки P нуқтада мувозанатда турувчи сув нуқтаси A кристаллогидрат F ва сувсиз туз B битта AB тўғри чизиқда жойлашган ва P нуқта улардан ҳосил бўладиган AFB (AB мос келаётган) учбурчакдан ташқарида жойлашган.

Агарда қўшалок туз сувсиз бўлса, у ҳолда унинг таркибини кўрсатувчи D нуқта чексизликда жойлашади (25 расм). Қўшалок туздаги C ва B тузлари нисбатига мувофиқ келувчи AD чизиқ оғган бўлади. Қушалок тузни D соҳасини чегараловчи E_1D_1 ва E_2D_2 чизиқлар AD га параллел бўлади ва чексизликда D, D_1 ва D_2 нуқталар бирлашади. 25а расмдаги диаграмма қушалок туз конгруэнт эрийдиган ҳолатни ифодалайди.



Расм. 25. Сувсиз қушалок тузли система эрувчанлик изотермаси.

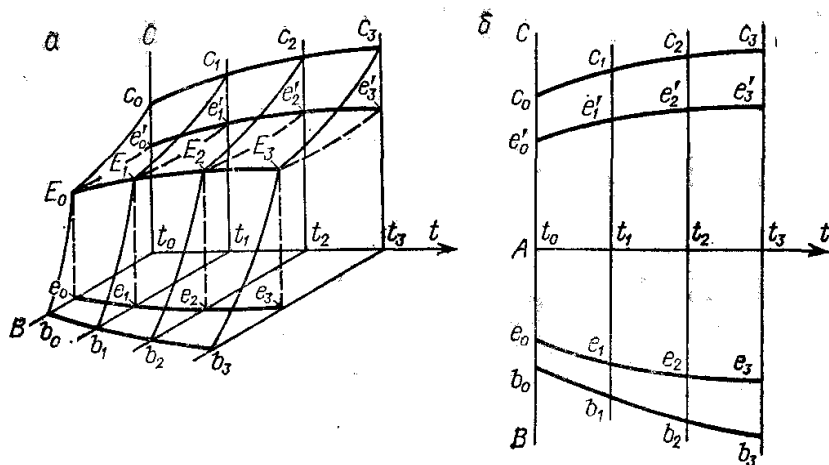
25б расмдаги диаграмма қўшалок туз инконгруэнт бўлган ҳолатга: ўтиш нуқтаси P $DAВ$ учбурчакдан ташқарида жойлашган. Албатта, системадаги сувни AD га нисбатан абсцисса ўқиға нисбатан кичикроқ Am буғлатиш нури бўйича, яъни системада B компонент қўшалок тузга нисбатан кўпроқ бўлган ҳолатда изотермик буғлатганимизда система инконгруэнт P нуқтада тўлиқ қурийд. Бу ҳолда система фигуратив нуқтаси Am нур бўйлаб ҳаракатланади, аммо $D_1 E_1 P D_2$ соҳага туша олмайди, чунки эритма таркиби P нуқтага етгач бошқа узгара олмайди.

Агарда буғлатиш нури AD га нисбатан абсцисса ўқиға нисбатан каттороқ бурчакда ўтган бўлса, бу ҳолда эритма таркиби P нуқтага етгандан сўнг доимий қолмасдан PE_1 чизиқ бўйича ўзгаради, қачонки E_1 нуқтага етганда доимий қолади (18 расмни қаранг).

Системаларни қиздириш ва совутишда эриш ва кристалланиш жараёнлари билан боғлиқ масалаларни ечиш учун политермик диаграммалардан фойдаланилади.

Агарда изотермик диаграмма текислигининг координаталар бошидан перпендикуляр қилиб, учинчи ҳарорат ўқини ўтказсак ва ҳар бир ҳароратдаги изотермик текисликлари қўйилса, учлик системани тўғри бурчакли координаталар ўқидаги фазавий политермик диаграммаси олинади.

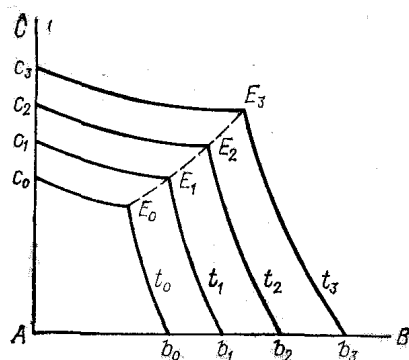
26а расмда шундай политерма ва 26б расмда эса уни ҳарорат ва компонентлар концентрацияси ўқида ҳосил бўлган текисликларга акси кўрсатилган.



Расм. 26. Учламчи система политермаси ва уни акси.

Бу ерда b_0, b_1, b_2, b_3 нуқталар тоза В тузни t_0, t_1, t_2, t_3 ҳароратлардаги эрувчанлиги, c_0, c_1, c_2, c_3 нуқталар тоза С тузни эрувчанлиги, E_0, E_1, E_2, E_3 - В ва С тузлари биргаликда кристалланиш эвтоник нуқтаси.

e_0, e_1, e_2, e_3 ва $e_0^1, e_1^1, e_2^1, e_3^1$ нуқталар – координаталар текислигига эвтоник нуқталарнинг акси. b_0b_3, c_0c_3 -эгри чизиклари мос ҳолда В ва С тузларнинг политермик эрувчанлиги. E_0E_3 ва унинг акслари e_0e_3 ва $e_0^1e_3^1$ -эвтоник эгри чизиклари. Бу эгри чизикларнинг барчаси муайян катталикларнинг ҳароратга боғлиқлигини кўрсатади. $b_0b_3E_3E_0$ ва $c_0c_3E_3E_0$ политермик юзалар тўйинмаган эритма соҳасини, бу юзалар ва системани ташқи муҳитдан ажратиб турувчи координаталар текислиги орасидаги, каттик фаза билан мувозанатда бўлган тўйинган эритма соҳасини ажратиб туради.



Расм. 27. Учламчи система политермасининг изотермик кесимлари акси.

Политермани текисликдаги проекцияси, эрувчанлик изотермалари ҳароратга ўтказилган перпендикуляр билан бирлашиб кетади, шунинг учун бундай диаграммадан амалий ишда фойдаланиш қийин.

Шунинг учун кўпинча политермани ҳарорат ўқиға нормал текисликдаги акси олинади. Бу ҳолда политермик диаграмма текисликда бир қанча t_0, t_1, t_2, t_3 изотермаларни ўтказиш йўли билан олинади. (27 расм).

Таянч сўзлар:

тўғри бурчакли учбурчак, масштаб, тўғри бўрчакли координаталар, Схрейнемакерс, моляр бирлик, чексизликга, бароцентрик, бўғлатиш нури, конгруэнт қўшалок туз, инконгруэнт қўшалок туз, кристаллогидратли қўшалок туз.

Назорат саволлари:

1. Учлик системаларни диаграммаси қандай усулларда ифодаланади?
2. Схрейнемакерс усулида учлик системалар диаграммаси қандай ифодаланади?
3. Моляр бирлик нима?
4. Бароцентрик бўлмаган координаталарда ифодаланган системалар диаграммасига ричаг қонунини қўллаб бўладими?
5. Кристаллогидратли қўшалок туз ҳосил қилувчи учлик система диаграммасини тавсифланг?
6. Инконгруэнт қўшалок туз ҳосил қилувчи система қачон Р нуктада ва қачон E_1 нуктада қурийдими?
7. Эриш ва кристалланиш жараёнларини таҳлилида қандай диаграммалардан фойдаланилади?
8. Политермик диаграмма қандай ясалади?
9. Амалий ҳисобларда политермалардан фойдаланиб бўладими?
10. Политермадан қандай фойдаланилади?

7-МАВЗУ

ТҮҮРТ КОМПОНЕНТЛИ СИСТЕМАЛАР

Режа:

1. Оддий тўрт компонентли системалар.
2. Тўрт компонентли оддий система изотермасини марказий акси
3. Сув диаграмма.
4. Тўғри бурчакли координаталарда оддий тўрт компонентли система изотермаси

Тўрт компонентли системаларни инвариант ҳолатида энг кўп фазалар сони 6 та бўлади ($\Phi = K + 2 - C = 4 + 2 - 0 = 6$). Сув - туз системаларида бу фазалар: буғ, эритма ва тўртта қаттиқ фазадир.

1. Оддий тўрт компонентли системалар

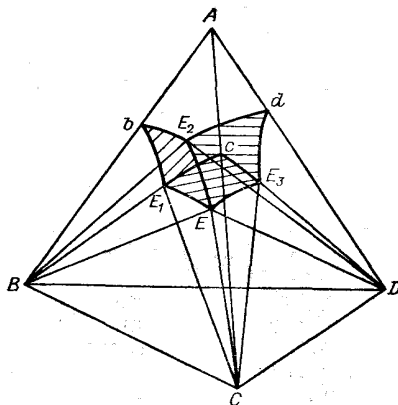
Сув ва бир хил ионли учта туздан иборат тўрт компонентли оддий (компонентлар ўртасида алмашилиш ёки ўрин олиш реакциялари кетмайдиган, ўзаро таъсирлашмайдиган система) система изотермик диаграммаси яъни хажмий шакли, тўртта тенг томонли текис учбурчак билан чегараланган тўғри тетраэдр ёрдамида ифодаланиши мумкин.

Тетраэдр учлари тоза компонентларга, қиррадаги нуқталар икки компонентли системага, учбурчак ёнларидаги нуқталар – учкомпонентли системаларга, тетраэдр ичидаги нуқталар эса тўрт компонентли системага мувофиқ келади.

Тетраэдрни ҳар бир қирраси узунлиги 100% деб қабул қилинади. Агарда А учни сувни нуқтаси деб қабул қилсак, уни қаршисидаги ВСД ёнда учта туздан иборат сувсиз система ётади. Бошқа ёнларда икки тузни сувдаги изотермик эрувчанлик системаси ифодаланади.

3.28 расмда кристаллогидрат ва қушалоқ туз ҳосил қилмайдиган оддий тўрт компонентли системани хажмий изотермаси ифодаланган. b, c ва d нуқталар тоза В, С ва Д тузларни сувдаги эрувчанлиги.

E_1E_2 ва E_3 учлик системаларни эвтоник нуқталари. Шакл ичидаги Е нуқта – учта туз билан тўйинган эритмага мувофиқ келувчи тўртлик системани эвтоникаси.



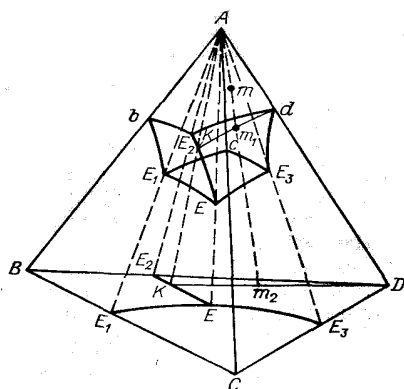
Расм. 28. Тўрт компонентли оддий система эрувчанлигини хажмий изотермаси.

E_1E, E_2E , ва E_3E эвтоник чизикларда эритма иккита тузга нисбатан тўйинган. bE_1EE_2 , cE_1EE_3 ва dE_2EE_3 юзалар тўйинмаган эритмани, муайян тузга тўйинган ва ушбу туз кристаллари билан мувозанатда бўлган эритма соҳасидан ажратади.

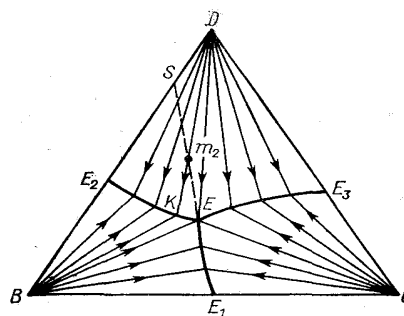
Асосий ВСД ён ва учи Е нуктада бўлган пирамида ичидаги нукталар, қаттиқ фазадаги В₁С ва Д тузлар билан мувозанатдаги эвтоник Е эритмаларни муайян аралашмасига мос келади. СВЕЕ₁, СДЕЕ₃, ВДЕЕ₂ хажмлар ичида муайян икки тузга нисбатан тўйинган эритма ва ушбу тузларни қаттиқ фазадаги кристалларидан иборат система жойлашган.

2. Тўрт компонентли оддий система изотермасини марказий акси

Амалий мақсадларда хажмий изотермаларни марказий аксидан фойдаланилади. 29 расмда хажмий изотермани сув (А) учидан (акслаш маркази ёки қутби) марказий акслаш усули, 30 – расмда эса олинган акс кўрсатилган.



Расм. 29. Хажмий изотермани марказий аксини олиш усули.



Расм. 30. Хажмий изотермани марказий акси.

АД қиррадан ўтказилган АКД юза ва тўйинмаган эритма фигуратив нуктаси m (29 расмга қаранг) Д тузни тўйиниш юзасида dk чизигини уч ёкли пирамида асосида эса тўғри ДК кристалланиш нурини қолдиради. Дастлабки эритма таркибини ифодаловчи m нуктасини ва уни акси, туз таркибини курсатувчи m_2 нукта Д тузни кристалланиш соҳасида ётибди. (29 ва 30 расмларга қаранг) эритмани изотермик буғлатганда мана шу туз чўкмага ажралиб чиқади. Изотермик аксдаги ҳар бир тузни кристалланиш соҳасида кристалланиш нурлари ўтқазилган. Стрелка билан изотермик буғлатишда система фигуратив нуктасини силжиш йўналиши кўрсатилган. Диаграммани (30 расмдаги) аксдаги фигуратив нукталар системани туз таркибини кўрсатади. Шунинг учун, эритмани изотермик буғлатганда у тўйинмас экан, унинг туз таркиби ўзгармайди, диаграмма аксдаги туз таркибини кўрсатувчи фигуратив нуктаси m_2 да ўзгармасдан қолади. Д туз билан

тўйинишга етганда эритма туз таркиби кристалланиш нури бўйлаб m_2 дан К га томон силжийди. К нуктада эритма В туз билан ҳам тўйинади. Бўғлатишни яна давом эттирилса туз таркибини кўрсатувчи нукта К дан Е эвтоника томонга силжийди. Қачонки эритма учала туз билан ҳам тўйинган ҳолатга етганда ва у тулиқ кўримагаунча уни таркиби узгармайди. В,С ва Д тўзларни чуқмадаги нисбати, эвтоник нуктадаги эритма таркибидаги тузлар нисбатига тенг бўлади.

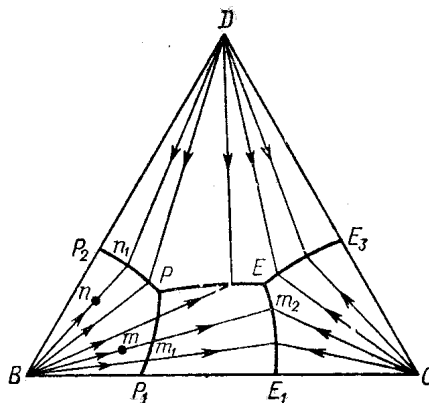
Эритмани бўғлатишда ҳосил бўладиган чўкма таркиби нуктаси, эритма туз таркиби ва бутун система туз таркиби фигуратив нуктаси билан бир тўғри чизикда ётади. Қачонки эритма туз таркиби m_2 К чизик бўйича ўзгарар экан, чўкма - туз таркиб учбурчакни Д учиди ҳаракатсиз қолади. Қачонки эритма таркиби КЕ чизик бўйича ўзгарса, чўкма таркиби учбурчакни ДВ тарафи бўйлаб Д дан Sга тараф силжийди.

Эвтоник эритма қуришида чўкма таркиби S дан m_2 тарафга силжийди ва бу (m_2) системани тўлиқ сувсизланишига мос келади.

Агарда берилган ҳароратда системада кристаллогидрат ёки кўшалок туз ҳосил бўлса, изотерма аксида ушбу бирикма соҳаси ҳосил бўлади.

Кристаллогидратни таркиби учбурчак учиди тоза туз нуктасига мувофиқ келади, чунки диаграмма акси система таркибидаги сувни кўрсатмайди. Шунинг учун, масалан (30 расмдаги) диаграммада В нукта берилган ҳароратда бу фазаларнинг қайси бири ажралишига қараб сувсиз В нуктага ёки уни кристаллогидратига тегишли бўлиши мумкин.

31 расмда бир хил ҳароратда эритма таркибига боғлиқ ҳолда В тузни, сувсиз кристаллари ва уни кристаллогидратлари ҳосил бўлиши мумкин бўлган ҳолат кўрсатилган.



Расм. 31. Компонентлардан бири (В) кристаллогидрат ҳосил қиладиган оддий тўртлик система изотермасини марказий акси.

Кристаллогидратни кристалланиш соҳаси — BP_1PP_2 В учни чегаралайди, P_1PEE_1 - сувсиз В тузни кристалланиш соҳаси.

Сувсиз В туз соҳасидаги кристалланиш нури, кристаллогидрат соҳасидаги кристалланиш нурини давом эттириб чизилади, чунки улар таркиби битта қутб В да жойлашган.

m таркибли эритма изотермик бўғлатилганда чўкмага В туз кристаллогидрати ажралади. Эритмани таркиби, кристалланиш нури бўйлаб ҳаракатида m_1 нуқтага етганда кристаллогидратни сувсиз тузга айланиши кузатилади(сувсиз туз кристалланиши билан бир вақтда кристаллогидрат эрийди).Кристаллогидрат тўлиқ сувсизланиб бўлгунча эритма таркиби m_1 дан ўзгармайди;кейин, бўғланишни давом эттирсак эритма таркиби кристалланиш давом этиши билан m_1 дан m_2 га силжиши билан сувсизланган В тузга сувсиз В туз қўшила бошлайди.

m_2 га етиши билан С тузи ҳам кристаллана бошлайди, эритмани туз таркиби эса m_2E бўйлаб Е нуқтага ҳаракатланади, қайсики эритма тўлиқ қуригунча учала туз ҳам бир вақтда кристалга тушади.

Агарда эритмани бошланғич таркиби n бўлса, эритма таркиби n .

В тузни кристаллогидрати тушиши билан эритма таркиби n дан n_1 га силжийди. n_1 да D туз ҳам ажрала бошлайди, эритма таркиби эса n_1 дан Р нуқтага ҳаракатланади. Р нуқтага етгач эса ажралган кристаллогидрат сувсизлана бошлайди. Системадан сув бўғланиши билан кристаллогидрат эрийди, В ва Д эса кристалланади.(Р нуқта инконгруэнт).

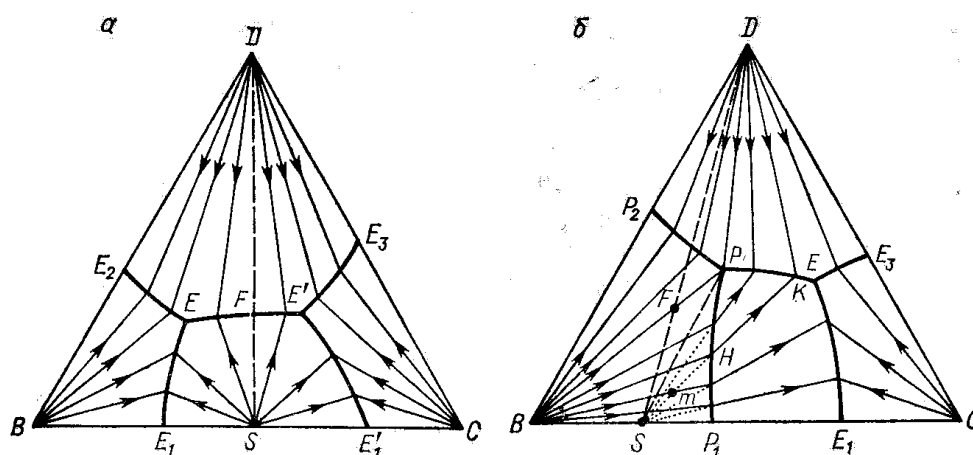
Кристаллогидрат тўлиқ эриб бўлгач, В ва Д тузларни аралашмаси кристалланишда давом этади, эритма таркиби РЕ чизик бўйлаб силжийди(Р нуқтадан Е нуқтага тараф). Е нуқтада С тузи ҳам кристаллана бошлайди.

32 расмда В ва С тузлардан S қушалоқ туз ҳосил бўлиши мумкин бўлган система изотермани проекцияси тасвирланган.

$E_1EE_1^1E_1^1$ – қўшалоқ тузни кристалланиш соҳаси (32а расмда), P_1PEE_1 эса 32б расмдаги қўшалоқ туз соҳаси.

Қачонки бўғлатилиши керак бўлган системани таркиб нуқтаси бу соҳаларда ётса, жараёнда қўшалоқ туз кристалланади.

Кристалланиш нури чукмага тушадиган қаттиқ фаза таркиб нуқтасидан чиқади, шунинг учун бу ҳолларда нур қушалоқ туз S нуқтасидан чиқарилган.



Расм. 32. Оддий тўртламчи система эрувчанлик изотермасини марказий акси. а.- конгруэнт эрувчи қўшалоқ тузли; б – инконгруэнт эрувчи қўшалоқ тузли.

32a расмда кўшалок туз конгруэнт эрийдиган ҳолга тегишли. Агарда система таркиби BCD учбурчак соҳасида ётса, бу системани бўғлатганда жараён E эвтоник нуктада тугайди. Агарда CSD учбурчакда ётса – система E¹ нуктада қурийд. F нукта инвариант бўлмасада, DS чизикда ётган система (тузлар эритмаси) F нуктада тўлиқ қурийд.

32б расмдаги эвтоник нукта E- конгруэнт, ўтиш нуктаси P- эса инконгруэнт.

P нуктада олдин кристалланган B тузлар эрийди ва кўшалок туз айланади, чўкмага қушалок туз S ва D туз тушади. Изотермик бўғлатишдаги тузларни кристалланиш тартиби система (эритмасини) бошланғич (таркибига) нуктасига боғлиқ. Агарда бу нукта BFD учбурчакда ётса, (эритма нуктаси қайси тузни кристалланиш соҳасида ётганига қараб) олдин B ёки D туз кристалланади, эритма нуктаси (таркиби) P₂P чизик бўйлаб ҳаракатланганда B ва D тузлар биргаликда кристалланади.

P нуктага етгач B тузни ҳосил бўлган кристаллари эрий бошлайди, чўкмага эса кўшалок туз S ва D тузлар тушади. Жараён P нуктада тугайди, чунки эритма B тузни S кўшалок тузга утиб бўлгунча қурийд (чунки B:C нисбат кўшалок туздаги нисбатдан катта).

Агарда эритма нуктаси (таркиби)DFP учбурчакда ётса, жараён дастлаб олдинги ҳолдаги (BFD учбурчакдаги сингари кетади, аммо бу ерда B:C нисбат кўшалок туздаги нисбатдан кичик бўлганлиги учун, кристаллга тушган B тузни кўшалок тузга айланиши система қуришидан олдин тугайди). Бу ерда D тузни ва кўшалок S тузни кристалланиши давом этади, эритма таркиби эса PE чизик бўйича ўзгаради. Эритма таркиби E- эвтоникага етгач кўшимча равишда C туз ҳам тушади ва эритма таркиби ўзгармаган ҳолда тўлиқ қурийд.

Агарда эритмани бошланғич таркиби BFS учбурчакда ётса, B кристаллга ажралади, эритма таркиби P₁P силжиши билан эритмага ўтади, чўкмага эса S кўшалок туз тушади. Эритма таркиби P нуктага етганда B туз кристаллари тўлиқ эриб бўлмайди, уни эриши давом этади, чўкмага B ва S туздан ташқари D тузи ҳам тушади. Эритма B туз кристаллари тўлиқ эриб бўлгунча қурийд, шунинг учун чуқма B,D ва S тузлардан иборат бўлади.

Қачонки бошланғич эритма таркиби SFP учбурчак ичида ётса, жараён юқоридагиларга ўхшаш давом этади. Аммо системада кристаллга тушган B тузлар тўлиқ йўқолмагунча қўрмайди. Эритма таркиби PE чизик бўйлаб силжиганда кристаллга S ва D тузлар биргаликда тушади, E нуктада тўлиқ қуриганида C тузи ҳам тушади (кристалланади).

Агар эритма таркиби – m SPP₁ соҳада ётса, у ҳолда биринчи B туз кристалланади. Эритма таркиби P₁P чизикқа етгач, шу чизик бўйлаб ҳаракатланади, олдин кристалланган B тузлар эритмага ўтади, кўшалок S тузи кристалланади. Бу жараён эритма таркиби S ва m нукталарни туташтирувчи чизикни P₁P чизик билан кесишиш нуктасидаги H нуктага етгунча давом этади.

Бу нуктада чўкма таркиби фақат S - қўшалок туздан иборат бўлади, В туз кристаллари тўлиқ эрийди. Шундай қилиб эритма таркиби Н нуктага етганда В тузлар тўлиқ эрийди, энди фақат S тузлари кристаллана бошлайди, эритма таркиби эса қўшалок туз соҳасидаги кристалланиш нури НК бўйлаб силжийди. Эритма таркиби К нуктага етганда кристалга Д тузи ҳам қўшилади. Агарда К нукта E_1E чизиқда бўлиб қолса чўкмага S билан С тузлар тушади. Е нуктада эса эритма С, Д ва S тузлар аралашмаси холида тўлиқ қурийд.

3.Сув диаграмма.

Юқорида кўрилган системалар сув миқдори ҳақида тушунча бермайди. Бунга система диаграммасини изотермик акси текислигидаги ҳар бир нуктадан ўтказилган перпендикуляр ёрдамида кўрсатиш мумкин.

Перпендикулярда, перпендикуляр асосида ифодаланган эритма туз таркибидаги 100 (ёки 1) моль ёки эквивалент тузлар йиғиндисига тўғри келадиган сув миқдори кўрсатилади. Бир моль тузлар йиғиндисини бириктирган эритма миқдори, туз бирлиги дейилади (ТБ).

Ҳар бир таркиб нуктасида тоза сувга тўғри келувчи нукта чексизликка интилади. Тўйинган эритма таркибидаги сув миқдорини кўрсатувчи нукта эрувчанлик эгриси юзасида ётади ва 33 расмдаги сингари ҳажмий фазавий сувли диаграмма ҳосил бўлади. Технологик ҳисобларни (фазовий) диаграммада эмас, балки уни бирор бир вертикал аксидан фойдаланилади масалан V_n m aD.

Ҳажмий диаграмма маълум сув миқдорига тўғри келувчи $a_1, a_2, a_3, \dots$ баландликдаги ВСД асосига параллел бўлган текисликлар билан кесилади (33 расмга қаранг). Бу текисликларни, тўйиниш эгри юзасини кесишишидан ҳосил бўлган чизиқларни АСД асосдаги акси изогидрат деб аталади 34 расмдаги пунктир чизиқлар – тўйинган эритмадаги 100 моль ёки эквивалент тузлар йиғиндисига бир хил миқдорда тўғри келадиган сув миқдорлари чизиқлари. Ҳар бир чизиқда сувни моллар сони кўрсатилган.

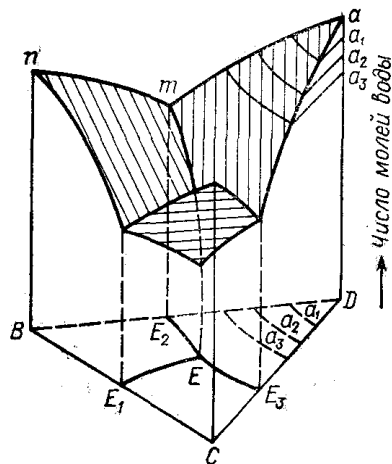
4.Тўғри бурчакли координаталарда оддий тўрт компонентли система изотермаси

Сув (А) ва учта (В, С ва Д) компонентлардан иборат тўрт компонентли оддий системани учлари тўғри бурчакдан иборат пирамидани бирор ён ёғида ифодалашда уч компонентли системалар изотермасини тўғри бурчакли учбурчакни ифодалаш принципларидан фойдаланамиз.

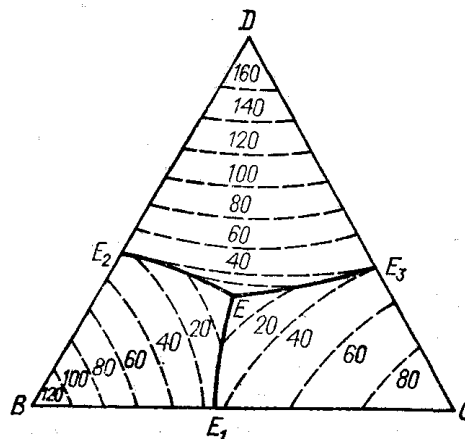
35 расмда системада кристаллогидрат, қўшалок туз ва учламчи туз бўлмаган системани фазовий изотермаси ифодаланган.

Тўғри бурчак остида кесишувчи учта координатдан ҳар бирида система компонентларидан бири процентда берилган. Уларнинг масштаби бир хил бўлмаслиги мумкин. Пирамидани А учи сувли бурчаги дейилади. Ҳажмий шаклнинг ишчи диаграммаси бўлиб уч координатли текисликдаги

ортогонал акси хизмат қилади (3.36 расм). Бу акс системадаги сувни миқдорини ҳам ифодалайди. Эрувчанлик диаграммаларни тўғри бурчакли координаталар ўқида, таркибни фоиз (моль ёки оғирлик бирликларида) ифодалаб, қуриш, эриш, кристалланиш, буғлатиш жараёнларини ричаг қойдасини қўллаб, график усулида ҳисоб олиб боришга имкон беради.



Расм. 33. Ҳажмий сувли диаграмма.



Расм. 34. Оддий тўртлик системанинг марказий аксидаги изогидратлар.

Таянч сўзлар:

Тўрт компонентли система: ўрин олиш реакциялари, алмашиниш реакциялари, тетраэдр, акслаш маркази, қутби.

Назорат саволлари:

1. Тўрт компонентли системадаги максимал фазалар сони қанча?
2. Оддий тўрт компонентли системани қандай ифодалаш мумкин?
3. Тетраэдр ёнлари қандай системаларни ифодалайди?
4. Акслаш маркази (қутби) нима?

8- МАВЗУ

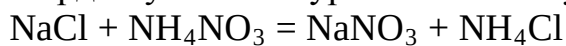
ЎЗАРО АЛМАШИНУВЧИ ТУЗЛАР СИСТЕМАСИ

Режа:

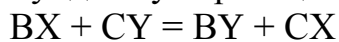
1. Ўзаро алмашинувчи тузлар системаси
2. Ўзаро алмашинувчи тузларни квадрат диаграммаси

1. Ўзаро алмашинувчи тузлар системаси

Умумий ионга эга бўлмаган икки туз ва сувдан иборат тўртлик системаларда мувозанат тўртта копонент ўртасида ўрнатилади. Масалан:



Бундан сўнг реакцияни умумий тенгламасидан фойдаланамиз:



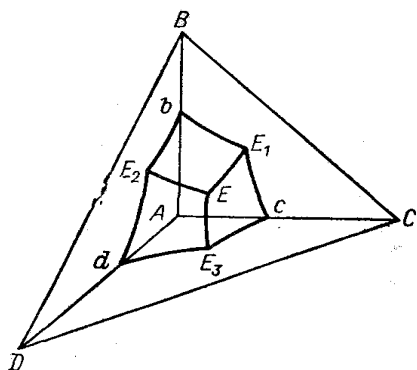
Бу ерда В ва С -- катионлар, Х ва Y – анионлар.

Агарда системада турли валентли ионлар иштирок этса, ҳисобда ва график куришда алмашилиш реакциясига мос шартли равишда моляр оғирликни икки ёки уч баробар қийматлари қабул қилинади. Масалан: Калий сульфати ва магний хлоридидан иборат узароалмашинувчи тузлар системаси учун

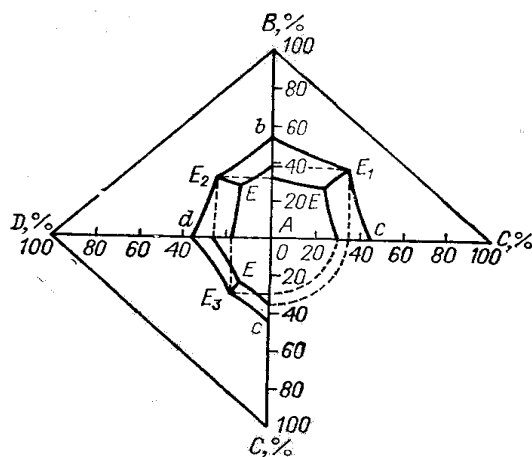
$(\text{MgCl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{Cl}_2 + \text{MgSO}_4)$, моль хлорид калий 2KCl (ёки K_2Cl_2) қабул қилинган.

Ўзаро таъсир этувчи тузлар система эрувчанлигини фазовий диаграммаси, оддий тўрт компонентли система сингари (3.37 расм). Бундаги фарқ шундаки, ўзаро алмашинувчи тузлар изотермик системаси асоси тўртбурчакдан, ён томонлари тенг томонли учбурчаклардан иборат пирамида ёрдамида ифодаланади. Оддий тўрт компонентли система изотермасини ифодалашда эса асоси учбурчакли пирамида ёрдамида ифодаланади.

Сувни фигуратив нуқталари пирамидани А учда, тўртта тузни нуқталари квадратни учларида, квадратни томонларида эса бир хил ионли тузлардан иборат система таркиби берилган. Пирамидани учбурчакли ён томонларида сув ва бир хил ионли икки туздан иборат уч компонентли система изотермалари, асосидаги текисликда эса сувсиз туз системаларни таркиби беришган



Расм.3.35. Тўғри бурчакли координаталардаги оддий тўртлик система изотермаси.

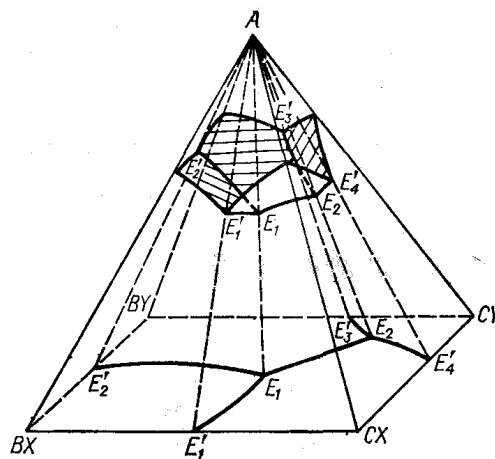
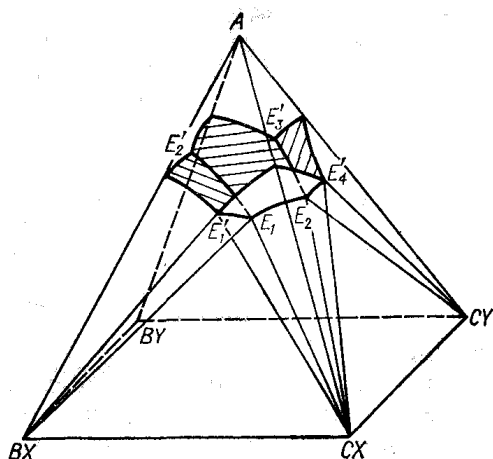


Расм. 3.36. Оддий тўртлик тўғрибурчакли системасини координаталар текислигидаги ортогонал акси.

Ўзаро алмашинувчи системалар изотермасида, оддий тўрт компонентли система изотермасидан фарқли ўлароқ, системага кирувчи ҳар бир тузга тегишли тўртта тўйинган эритмалар юзаси бор. Шунинг учун эритмада учта туз билан тўйинган битта эмас иккита учлик E_1 ва E_2 эвтоникалар бор. 37 расимда ифодаланган ҳолатда E_1 эвтоникада эритма учта ВХ, ВУ E_1E_2 чизикда жойлашган нуқталарда эритма ВУ ва СХ тузлари билан тўйинган. Уч туздан ташкил топган, чўкмаси бўлган эритма таркиби,

ушбу учта туздан ташкил топган нуқталар ётган асосли, учи учлик эвтоника бўлган, учбурчакли пирамида ичида жойлашган.

38 расмда ўзаро алмашинувчи тузлар эрувчанлиги системаси изотермик диаграммасини марказий аксини қуриш усули кўрсатилган. 39 расмда эса бундай қуриш натижасида олинган иенеке квадрат диаграммасининг кўриниши кўрсатилган.



Расм. 37. Узаро алмашинувчи тузлар системасини хажмий эрувчанлик изотермаси. Расм. 38. Узароалмашинувчи тузлар системасини хажмий эрувчанлик изотермасини марказий аксини қуриш

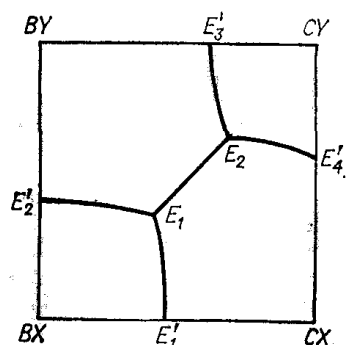
Бу диаграммада тоза тузларнинг эрувчанлиги квадрат учлари билан мос тушади, иккилик $E_1^1, E_2^1, E_3^1, E_4^1$ эвтоникалар квадрат томонларида ётади; учлик E_1 ва E_2 эвтоникалар эса квадрат ичида. Квадрат ичидаги чизиқлар бу ёпишиб турган соҳадаги тузларни биргаликда кристалланишига мос келади. Квадрат диаграммадаги барча нуқталар система туз таркибини кўрсатади. Аммо, бундай диаграммалар билан сув миқдорини аниқлаб бўлмайди. Бу мақсад учун диаграммага изогидратлар чизиғини киритиш ёки сув диаграммасини чизиш керак (33, 34 расмлар қаранг).

Одатда квадрат диаграмма юқорисига ёки ён тарафига сув диаграммасини акси чизилади (40 расм).

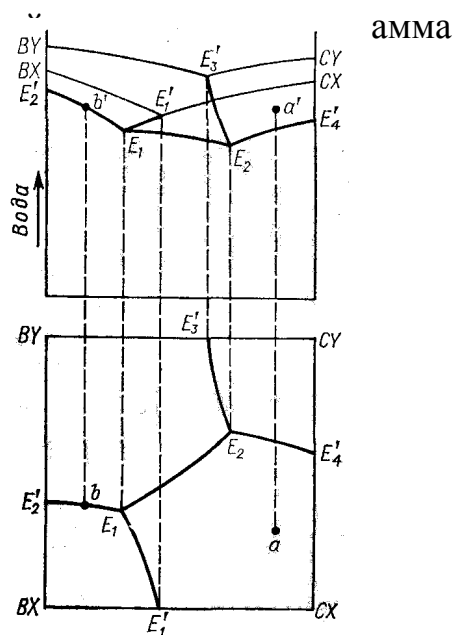
Бу диаграммаларни тўйиниш юзаларини ордината аксида ётган таркиб (нуқталар), Иенеке индекслар сони яъни тўйинган эритмадаги 100 (ёки 1) моль тузлар йиғиндисига (100 ёки 1 эквивалент тузлар йиғиндисига) тўғри келадиган сувни моллари сонига тўғри келади. Бу эритмалар туз (мол ҳисобида) таркиби квадрат диаграммада мос нуқталар билан ифодаланади. (масалан, а нуқта – a^1 миқдордаги суви бўлган тўйинган эритма туз массасини таркибини кўрсатади; худди шунингдек b ва b^1 нуқталар) (3.40 расмга қаранг).

Эслатма а нуқта – a^1 нуқта (яъни сув миқдори) турлича қийматга эга бўлишига қарамасдан ўзгармасдан қолади. a^1 эса сув координатига параллел чизиқ бўйича силжиши мумкин. Сув диаграмма аксини квадрат диаграммага перпендикуляр бўлган хоҳлаган текисликларда ифодалаш мумкин. Миқдорий

хисобларни ўтказиш учун кристалланиш нуриг текислигидан фойдаланилади.



Расм. 39. Ўзаро алмашинувчи тузлар системасини квадрат диаграммаси.



Расм. 40. Ўзаро алмашинувчи тузлар системасини квадрат ва сув диаграммаси.

2. Ўзаро алмашинувчи тузларни квадрат диаграммаси

Ўзаро алмашинувчи тузларни сувдаги эрувчанлигини ифодаловчи квадрат диаграммада ётган ҳар бир нукта системани туз массасидаги ион таркибини кўрсатади. Ионлар, молекулалар сингари эквивалент миқдорида олинади; масалан, агар катионлар Mg ва K дан иборат бўлса, 1 моль K^+ иони учун шартли равишда $2K$ (ёки K_2) қабул қилинади. Катионлар ёки анионлар аралашмасидаги ҳар бир ион улуши фоизларда ифодаланади – 100 фоиз деб анионлар йиғиндисига тенг бўлган катионлар миқдори (ёки аксинча) 100% деб қабул қилинади. BX-CX чизиғида ётган системани нукталарида X иони миқдори 100%, Y ион эса- 0%. BY –CY чизиғида ётган нукталар эса аксинча(Y-100%, X-0%).

Квадрат диаграмма ичидаги X ва Y ионлари бўлган системада уларнинг миқдори рычаг қонунига мувофиқ – уларни миқдори система таркиби нуктасидан квадратдаги ионларга мос томонларига бўлган монофаларга тескари пропорционал. Шундай қилиб m нукта (анионлари) учун (41 расм)

$$\frac{\text{Y ион миқдори}}{\text{X ион миқдори}} = \frac{sm}{gm} = \frac{y \text{ кесим}}{x \text{ кесим}}$$

Худди шунингдек m нукта катионлари учун:

$$\frac{\text{B иони миқдори}}{\text{C ион миқдори}} = \frac{qm}{pm} = \frac{b \text{ кесим}}{c \text{ кесим}}$$

Квадрат томонларини 100% деб қабул қилинганлиги учун, $b+c=x+y = 100\%$ бўлакликдан m нуқтадаги ионлар миқдорини қуйидагича аниқлаш мумкин:

В ион миқдори	b%
+	
С ион миқдори	c% ёки (100-b)
Барча катионлар	100%
Х ион миқдори	x%
+	
У ион миқдори	y% ёки (100-x)%
Барча анионлар	100%

Системани ион таркибини билган ҳолда шартли равишда уни туз таркибини аниқлаш мумкин.

Система таркибига кирувчи барча тузларни умумий моль сони катионлар ёки анионлар миқдорига (100%) тенг бўлса, туз таркибини Иенеке индекси орқали ифодалаш мумкин бўлади. Яъни ҳар бир тузни, 100 моль тузлар йиғиндисига тўғри келадиган моллар сони (система туз таркибидаги моляр улуши, %) бўлади. Агарда $b < x$ бўлса, у ҳолда шартли равишда $v\%$ В иони $v\%$ Х иони билан боғланиб $v\%$ ВХ тузини оламин; қолган $(x-v)\%$ Х ионни тенг улушдаги $(c-y)\%$ С ион билан боғлиқ $(x-v)$ ёки $(c-y)\%$ СХ ни оламин; қолган $(c-y)\% = y\%$ га тенг С ни c улуши, У ни $y\%$ билан боғлаб $y\%$ га тенг СУ оламин. Натижада система таркиби шартли равишда учта туз моляр қисмларидан ташкил топади: $v\%$ ВХ, $(c-y)\%$ СХ ва $y\%$ СУ. Қачонки $b > x$ бўлса таркиб қуйидагича бўлади:

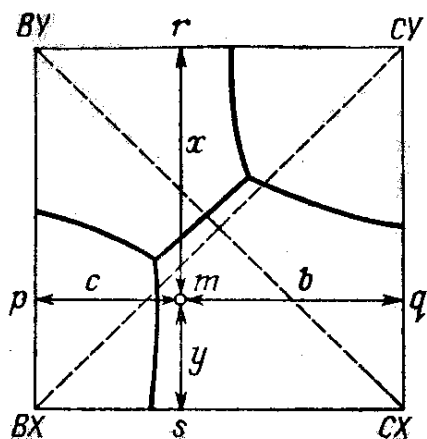
Х% ВХ, с% СУ ва $(y-c)\%$ ВУ.

Бу нарсани сонли мисолда курсатамиз.

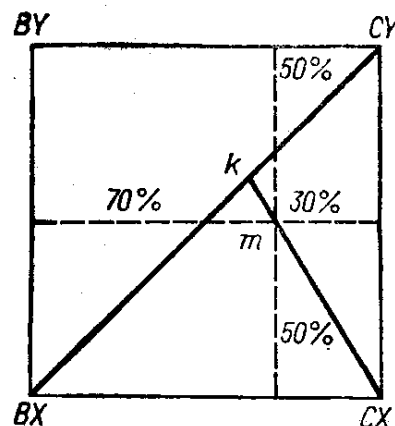
Система таркиби қуйидагича: 60% В катион ва 40% С катион; 70% Х анион ва 30% У анионидан иборат 60% В катион 60% Х анион билан бирикиб 60% ВХ ни ҳосил қилади. Қолган $70-60=10\%$ Х анион 10% С катион билан бирикиб 10% СХ ни ҳосил қилади. Қолган $40-10=30\%$ С катион 30% у анион билан бирикиб, 30% СУ тузини ҳосил қилади. Система таркиби: 60% ВХ, 10% СХ ва 30% СУ тузлардан иборат бўлади.

Бу системани нуқтаси ВХ-СХ-СУ учбурчак учида ётади. Аммо бу таркиб шартлидир, чунки бу нуқта бошқа учбурчак ВХ-СХ-ВУ ичида ҳам жойлашиши мумкин. Яъни 30% У ни 30% В катион билан $60-30=30\%$ В катионни 30% Х анион билан боғлаб 30% ВХ, $70-30=40\%$ Х анионни 40% С катион билан боғлаб 40% СХ оламин ва олдингига ўхшаш система таркиби: 30% ВУ, 30% ВХ ва 40% СХ дан иборат бўлади. Бошқа кўринишлар йўқ. Бу таркибларнинг иккаласи ҳам диаграммада битта нуқтани кўрсатади. Системани таркибини нафақат берилган ион таркиб билан балки

туз таркибб билан ҳам, бирлаштирувчи тўғри чизик ва ричаг қойдаларидан фойдаланиб ифодалаш мумкин.



Расм. 41. Берилган фигуратив нукта бўйича системани туз масса таркибини аниқлаш.



Расм. 42. Системани берилган туз таркиби асосида фигуратив нуктани топиш.

Агарда туз таркиби учта тузни моляр қисмларида (% ҳисобида) берилган бўлса: α ВХ, β СУ ва γ СХ системани икки қисмга ажратиш мумкин- ($\alpha \pm \beta$) ВХ ва СУ аралашмаси ҳамда γ СХ, ВХ ва СУ аралашмани к нуктаси квадратни диагоналида ётади, бу тузларни бирлаштирувчи нукталари диагонални охиридан (3.42 расм) α ва β катталикларга тескари пропорциядаги масофада ётади.

Системани изланаётган СХ ва к таркибдан иборат m нуктаси, k ва СХ ни бирлаштирувчи тўғри чизикда бу нукталардан ($\alpha + \beta$) ва γ қийматларга тескари пропорционал масофада ётади. Масалан система 30% ВХ, 50% СУ ва 20% СХ бўлса системани 80% ВХ+СУ аралашмаси ва 20% СХ дан иборат деб қарашимиз мумкин. ВХ – СУ чизикдаги к нуктани ҳолати қуйидаги нисбатдан топилади:

$$\frac{\text{ВХ дан к гача бўлган масофа}}{\text{СУ дан к гача бўлган масофа}} = \frac{50}{30}$$

$$\frac{\text{ВХ дан к гача бўлган масофа}}{\text{СУ дан к гача бўлган масофа}} = \frac{50}{30}$$

Бу ердан келиб чиқадики, ВХ дан к нуктагача бўлган масофа диагонални қисмига тенг. Изланаётган m нукта қуйидаги нисбатдан аниқланади.

$$\frac{\text{к нуктадан m гача бўлган масофа}}{\text{СХ дан m гача бўлган масофа}} = \frac{20}{80}$$

$$\frac{\text{к нуктадан m гача бўлган масофа}}{\text{СХ дан m гача бўлган масофа}} = \frac{20}{80}$$

Бундан km узунлик, к ва СХ нукталарини бирлаштирувчи чизикни узунлигини 2/10 га тенг эканлиги келиб чиқади.

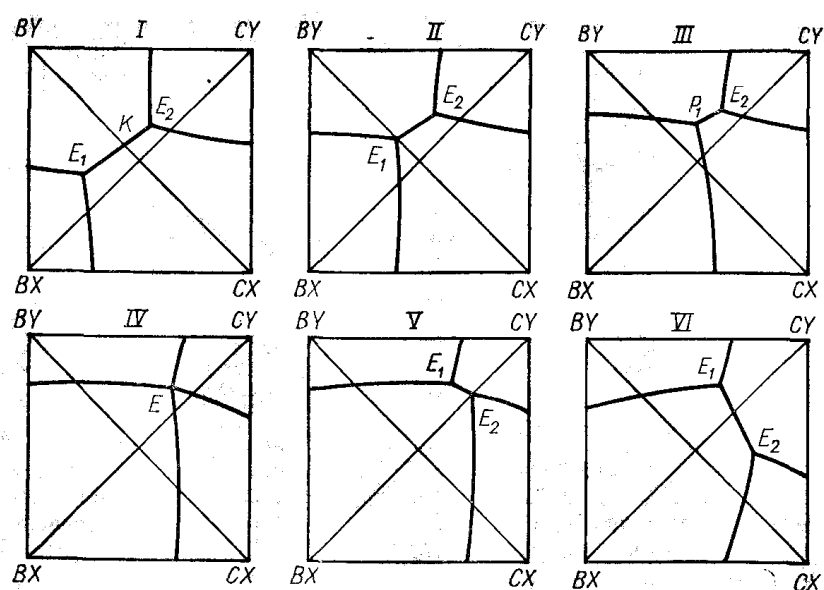
m нуктани ўрнини топиш учун, берилган туз таркибидан системани ион таркиби ҳисобланади. Чунки катион ва анионлар йиғиндиси 100% деб қабул қилинганда, ион таркиб қуйдагича бўлади: 30% В ва 70% С; 50% Х ва 50% У. Бу сонлар асосида 42 расмдаги m нукта ўрни топилади, чунки у туз

таркиби асосида топилган нукта билан бир хил (мувофиқ келади). Системада гидратлар, қўшалок туз ва қаттиқ эритма бўлмаса квадрат диаграммада тўртта кристалланиш майдони бўлади, эритма тўртта туздан бири билан тўйинган бўлади. Системани хоссаси ва шартига қараб бу майдонлар бир биридан турлича чегараланиши мумкин. 43 расмда битта системани турли ҳароратдаги квадрат диаграммаси кўрсатилган 1 ҳолатда ВУ ва СХ тузларни кристалланиш майдонларини учрашиш чегараси эвтоник чизиқ E_1, E_2 , ВУ-СХ диагонални кесиб ўтади. Бу эса бу тузларни шу ҳароратда барқарорлигини характерлайди. E_1, E_2 эвтоник чизиқни кесувчи диагональ барқарор диагональ дейилади. ВУ ва СХ тузларни барқарорлигини физик маъноси куйидагича. Агарда икки тузни сувда эритсак, фақат ВУ ва СХ тузлари кристалланиш майдонлари кесишадиган системани туз таркиби ВУ-СХ диагонали бўлади. Эритмада сувни изотермик буғлатганимизда эритмада фақат шу икки туз ВУ ва СХ бир вақтда кристалланиувчи аввало иккисидан бири, сўнг система туз таркиби иккла туз билан тўйинишга мос келувчи К нуктага етганда, ВУ ва СХ тузларни биргаликда кристалланиши кузатилади. Эритмаларни изотермик буғлатилганда барқарор ВУ-СХ диагональда ётувчи туз таркиби k нуктага тўғри келса, бу нукта инвариант бўлмасада, система ушбу К нуктада тўлиқ қурийди E_1 ва E_2 учлик нукталар конгруэнт, чунки уларга мос келувчи ҳосил бўлган бирикмалар учбурчаклар ичида жойлашган.

Бу система учун учлик нукталардан бири инконгруэнт айланиш нуктаси бўладиган ҳарорат оралиғи бўлади.

Система I ҳолатда бу ҳарорат оралиғидан ташқарида жойлашган.

II-ҳолатда ҳароратнинг ўзгариши E_1 эвтоникани барқарор диагональгача суради. Ҳароратни янада ўзгарса E_1 ўзига мос келмайдиган ВУ-СУ-СХ учбурчак томонга силжимади, яъни инконгруэнт нукта P_1 га айланади (III- ҳолат). II- ҳолат айланиши ҳарорат оралиғини бошланғич чегарасига мос келади.



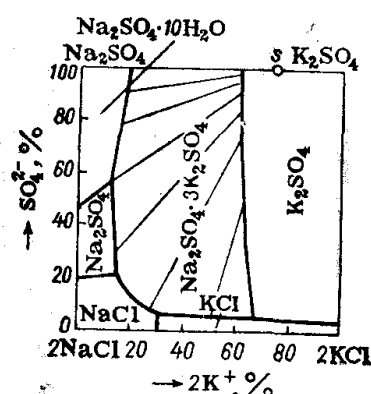
Расм. 43. Ўзаро алмашинувчи тузлар системасини квадрат диаграммасининг турли температура шароитидаги кўринишлари.

III- ҳолатда система ҳарорати айланиш оралиғини ичида жойлашган P_1 нукта айланиш нуктаси, қайсики изотермик буғлатишдан олдин тушган ВХ туз эрийди, ва ВУ ва СХ тузлар кристалланади. IV ҳолатда иккала учлик нукталар битта инверсия нуктаси Е нуктада бирлашади. Бунда алмашинувчи система таркибидаги барча тўртала тузнинг ҳам кристалланиш майдонлари учрашади, яъни эритма тўртала тузнинг қаттиқ фазалари билан мувозанатда бўлади. Эритмада барча тўртала тузнинг бир вақтда кристалланиши инверсия нуктасига тўғри келувчи ҳароратда бўлади. Ҳароратни ўзгаришини давом эттирсак, яна иккита учлик нукта ҳосил бўлади (V ва V_1 ҳолатлар), аммо V_1 ҳолатда барқарор тузлар жуфтлиги бошқа иккита туз ВХ ва СУ бўлади.

Қурилган квадрат диаграмма ҳажмий изотерманинг аксидир, IV ва шунинг учун изотермик диаграмма дейилади. Системани турли ҳароратларда эрувчанлигига боғлиқ саволларга ечим излашда, квадрат диаграммага турли ҳароратдаги изотермалар киритилади. Масалан 8.1 расмда $\text{NaNO}_3 + \text{KCl} = \text{NaCl} + \text{KNO}_3$

Сувли системани эрувчанлиги 5, 25, 50 ва 100° ларда берилган. Бирнеча изотермаларни битта текис графикга киритиш диаграммани конструкциясига боғлиқ эмас (27 расмга қаранг).

Агарда маълум ҳароратда система қаттиқ фазасида қўшалок ва гидратланган тузлар бўлса, диаграммада бу бирикмаларга мос келадиган кристалланиш майдонлари бўлади. 3.44 расмда $2\text{NaCl} + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{KCl}$ системани эрувчанлик диаграммаси 25°C да курсатилган. Бу системада сувсиз тузлардан ташқари мирабилит $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ва глазерит $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 3\text{KSO}_4$ лар ҳам кристалланиши мумкин. Глазерит майдонидаги кристалланиш нурлари майдондан ташқарига чиқади. (32б расм). Эритма билан мувозанатда майдонлари диаграммага ёпишиб турган чўкма, қаттиқ фазада бирга мавжуд бўлиши мумкин. Шундай қилиб 25°C эритма билан, K_2SO_4 ва NaCl ёки KCl ва Na_2SO_4 тузларининг кристаллари биргаликда мувазонатда бўла олмайди.



Расм. 44. $2\text{NaCl} + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{KCl}$ системасининг 25°C даги эрувчанлиги.

Таянч сўзлар

моляр оғирлик

катион

анион

пирамида

Пирамидани учбурчакли ён

томонлари

асосидаги текислик

Иенеке

изогидратлар

сув диаграммалари

Иенеке индекси

майдонлар

барқарор диагонал

инверсия.

Назорат саволлари:

1. Умумий ионга эга бўлмаган икки туз ва сувли системаларда мувозанат нечта компонент ўртасида ўрнатилади?
2. Турли валентли ионлар иштирок этган системалар графигини тузишда моляр оғирликларидан қандай фойдаланилади?
3. Турли компонентли системани эрувчанлигини фазовий диаграммасидан (ЭФД) қандай ифодаланади.
4. Ўзаро таъсир этувчи тузли системани ЭФД нинг учи қирралари ён томонлари ва асослари, қандай системаларни ифодалайди?
5. Ўзаро алмашинувчи системаларда нечта эвтоник нуқта бўлади?
6. Иенеке квадрат диаграммасини тавсифини айтинг.
7. Квадрат диаграммалар билан сув таркибини миқдорини аниқлаб бўладими?
8. Сув диаграммасини қандай ифодалаш мумкин?
9. Иенеке индекси нимани курсатади?
10. Тўрт компонентли системадаги майдонлар чегараси ўзгарадими?
11. Диагонал қачон барқарор бўлади?
12. Инверсия нуқтаси нима?

9- МАВЗУ

КВАДРАТ ДИАГРАММАДАГИ ИЗОТЕРМИК БУҒЛАТИШНИ КРИСТАЛЛАНИШ ЙЎЛИ

Режа:

1. Квадрат диаграммадаги изотермик буғлатиш
2. Тузларни алмашилиб парчаланиши

1. Квадрат диаграммадаги изотермик буғлатиш

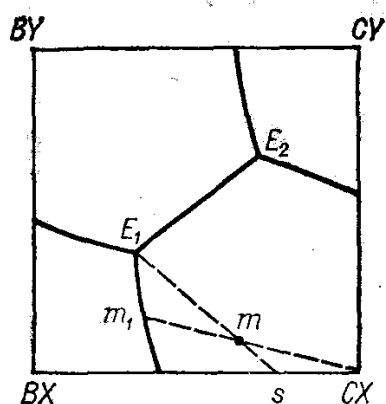
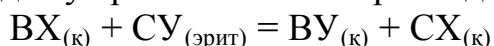
Аввало оддий ҳолатни – учлик қўшалок кристаллогидратлар ва каттик эритма ҳосил қилмайдиган, учлик (эвтоник) иккала нуқталари ҳам конгруэнт бўлган ҳолни қарайлик (3.4.5 расм). Агарда тўйинмаган эритмани туз массасини таркиби m нуқта билан ҳаракатланса, сувни изотермик буғлатганимизда система СХ туз билан тўйинмагунча (m нуқта –СХ ни кристалланиш майдонида) m нуқтани ҳолати ўзгармайди.

Буғлатишни давом эттирганимизда CX туз кристалга тушиши билан эритма туз массасини таркиб нуқтаси CX ни кристалланиш нури CX - m даги mm_1 кесим бўйлаб силжийди. m_1 нуқтада эритма иккита CX ва BX лар билан тўйинади, кристалланиш давом эттирилса иккла туз ҳам кристаллга тушади, эритма туз массасини таркиби m_1E_1 чизик бўйлаб силжийди. Чўкма таркиби эса бир вақтда CX - S кесим бўйлаб ўзгаради. Қачонки эритма эвтоник нуқтада бўлса, туз массаси таркиби E_1 бўлади, чўкма таркиби эса S нуқтада бўлади. Шундай қилиб системани туз массаси m , эритма туз массаси таркиби E_1 ва чўкма таркиби S ҳар доим битта тўғри чизикда ётади. Учта – CX , BX ва BY тузлар билдан тўйинган E_1 – эвтоник эритмадан сувни буғлатишни давом эттирсак, эритмада бу тузлар қандай нисбатда бўлса худди шу нисбатда чуқмага тушади. Шунинг учун эритма таркиби система тўлиқ қуримагунча ўзгармайди. Чуқма таркиби S дан m нуқтагача ўзгаради, кристалланиш охирида чўкма таркиби m нуқтага мос келади.

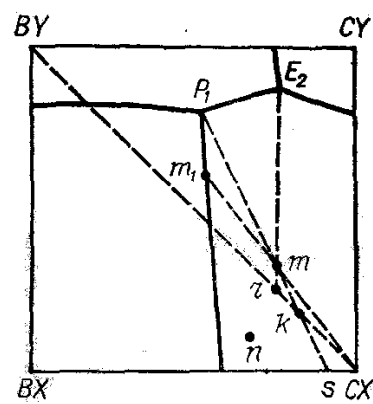
Энди учлик нуқталардан бири P_1 инконгруэнт бўлган системадаги сувни изотермик буғлатишни қараймиз (46 расм). Олдинги мисолдаги сингари система туз массаси m нуқта, буғлатиш давомида ўзгармасдан қолади. CX кристаллга тушиши билан эритма туз массаси таркиби mm_1 , тўғри чизик бўйлаб силжийди, сўнгра CX ва BX ни биргаликда кристалланиши билан эритма туз массаси таркиби m_1P_1 –чизик бўйлаб ҳаракатланади. Қачонки эритма туз массаси таркиби P_1 бўлганда, таркибидаги иккита CX ва BX бўлган чўкма таркиби S нуқтада ифодаланади. Чунки P_1 , CX - BX - BY учбурчакда ётмайди, яъни у инконгруэнт.

Эритма туз массаси CX , BX ва BY тузлар кристалланиш майдонлари учрашган таркиби P_1 нуқтага етганда, учинчи туз BY - кристаллана бошлайди.

P_1 нуқтада CX ва BY тузларни кристалланиши билан, кристаллга тушган BX эритмадаги ионлари мувозанати сақланган ҳолда эрий бошлайди, шунинг учун P_1 нуқтада эритма таркиби ўзгармасдан қолади. Бошқача айтганда бу кристалланиш жараёнида қуйидаги реакция кетади:



Расм. 45. Квадрат диаграммадаги кристалланиш йўли.



Расм. 46. Учлик (эвтектик) нуқталардан бири инконгруэнт бўлган квадрат диаграммадаги кристалланиш йўли.

кристалланиш йўли.

P_1 нукта билан ифодаланган эритма туз массаси таркиби ўзгармасдан қолиши керак, шунинг учун бу ерда кристалланадиган чўкма таркиби эритма m туз массаси таркибига мос келиши керак, яъни чўкма таркиби P_1 нукта билан ифодаланади. Аммо бу нукта учларида чўкмада бўлган тузлар $CX-VX-VU$ учбурчагидан ташқарида жойлашган, шунинг учун P_1 нуктада бу тузлар мавжуд бўла олмайди. Чўкмадаги VX туз ионлари эритмадаги SU ионлари билан тасирлашишида эритмадаги ионлар нисбати ўзгармасдан қолади. Шундай қилиб кристаллга тушган VX тузи эриб эритмага ўтиши билан эритма туз таркиби P_1 нуктада ўзгармасдан қолади, чўкма таркиби эса sk кесим бўйлаб силжийди. k нукта $CX-VU$ диагоналда жойлашган, бунга етгач чўкма фақат шу иккала туздан иборат бўлади, VX эса бу нуктада тўлиқ эриб бўлмайди.

Буғлатишни яна давом эттирсак CX ва VU тузлар кристалланишда давом этади. Эритмани туз массаси таркиби P_1 дан P_1E_2 чизик бўйлаб E_2 эвтоник нуктага силжийди. Чўкма таркиби эса k g кесим бўйлаб силжийди. E_2 нуктага етганда эритма учта туз VU , SU ва CX билан тўйинади ва тўлиқ қуригунча учала туз кристалланади. Охириги этапда чўкма таркиби gm кесим бўйлаб ўзгаради ва m нукта қотган система туз массаси таркибига мос келади. $CX-VU$ диагонални бошқа тарафида жойлашган n таркибли эритмадаги кристалланиш ва изотермик буғлатиш ҳам юқоридаги сингари бўлади. Аммо буғлатиш жараёни P_1 нуктада тўғайди ва система чўкмага тушган VX тузлар эриб бўлгунча тўлиқ қотади. Қотган система CX , VX ва VU тузлардан иборат бўлади, n нукта бу тузлардан ташкил топган учбурчак ичида жойлашган.

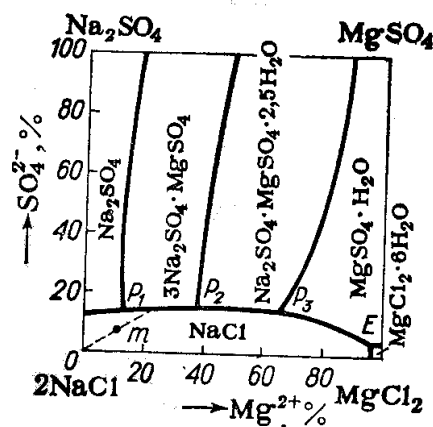
Энди кристаллогидрат ва қўшалок тузи бўлган мураккаб системадаги сувни изотермик буғлатишини кузатамиз. 3.47 расимда $Na^+, Mg^{2+} / Cl^-, SO_4^{2-}$ сувли системани квадрат диаграммаси ифодаланган. Бу диаграммада 4та учлик нукта бор, буларни ҳар бирида учта бирикмани кристалланиш майдонлари учрашган. P_1, P_2 ва P_3 нукталар инконгруэнт ўтиш нукталари, E эса конгруэнт эвтоник нукта. E нуктада эритма турли дастлабки таркибли система изотермик буғлатилганда тўлиқ қурийд. Агар эритма туз массаси m нуктада ифодаланса ва эритма $100^\circ C$ да буғлатилса дастлаб m нукта жойлашган майдон $NaCl$ билан тўйинади.

P_3 нуктада $NaCl$ ва $MgSO_4 \cdot H_2O$ -кизеритни кристалга тушиши левеитани эриши билан боради. Левеита тўлиқ эриб бўлгач эритма туз массаси таркиби P_3E чизик бўйлаб E эвтоник нуктага тараф ўзгарганда кристаллга $NaCl$ ва $MgSO_4 \cdot H_2O$ аралашмаси тушишида давом этади. E нуктага етганда эса учта туз- $NaCl, MgSO_4 \cdot H_2O$ ва $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ аралашмаларини кристалланиши, система тўлиқ қуригунча давом этади.

Баъзи туз системаларидан сувни буғлатишда камдан кам ҳолларда система метастабиль ҳолат намаёни ҳосил қиладиган ўта тўйинган эритма ҳосил бўлади. Шунингдек ҳақиқий кристалланиш йўли назарий ҳолатдан фарқ қилиши мумкин.

Бўғлатиш давом эттирилганда NaCl-галит билан бир вақтда қўшалок туз $3\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$ - вантгоффий кристалга тушади. Эритма таркиби P_2 га етганда бўғлатишни янада давом эттирсак галит билан бирга қўшалок туз кристаллогидрати левсита – $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 25\text{H}_2\text{O}$ кристаллга тушиши олдин кристаллга тушган қўшалок туз вантгоффийни эриши билан бир вақтда содир бўлади.

Вантгоффий тўлиқ эриб бўлган эритма туз массаси таркиби P_2 - P_3 чизиқ бўйлаб ўзгарганда кристалга галит ва левситани аралашмаси тушишда давом этади.

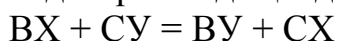


Расм. 47. $2\text{NaCl} + \text{MgSO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MgCl}_2$ системасининг 100° даги эрувчанлиги.

Масалан, юқоридаги $\text{Na}^+, \text{Mg}^{2+} // \text{Cl}^-, \text{SO}_4^{2-}$ сувли системадан NaCl-галитни кристалланиши нафақат галитни кристалланиш майдонида, балки қўшалок туз майдонида ҳам кузатилиши мумкин, яъни қўшалок туз кристалланмасдан NaCl кристалланади. Бу хол фигуратив нуқтани қўшалок туз майдонида танланганда.

2. Тузларни алмашилиб парчаланиши

Энди қуйидаги реакция бўйича тузларнинг алмашилиб парчаланишини квадрат диаграммада қандай ифодаланишини куриб чиқамиз:



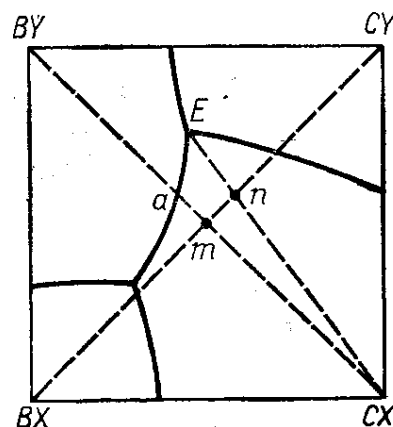
Агарда BX ва CY тузларни эквивалент миқдорларини сувда эритсак эритмани туз массаси таркибини курсатувчи m нуқта диагоналарини кесишиш нуқтасида жойлашади. Бу нуқта 3.4.8. расмдаги ҳолатда CX тузни кристалланиш майдонида жойлашган. Шунинг учун бу эритмани изотермик бўғлатганимизда эритма тўйингач CX кристаллари ажралиб чиқа бошлайди. Эритма таркиби эса та кесма бўйлаб ўзгаради. а нуқтада эритма BY тузи билан ҳам тўйинади. Шунинг учун агарда жараён BX ва CY лардан CX тузини олиш учун олиб борилаётган бўлса эритма туз массаси таркиби а нуқтага етганда бўғлатиш тугатилади ва CX тузи ажратиб олинади. Агарда уни кристалланиш йўлини та йўли билан эмас балки ундан узунроқ пЕ кесим бўйича олиб борилса, CX тузни чиқимини (яъни CX тузни дастлаб

олинган битта ёки иккала тузларни бирлик массасига нисбатан чиққан миқдори) ошириш мумкин.

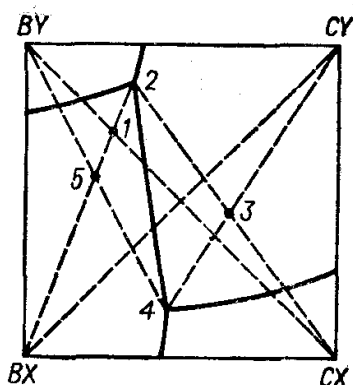
Бунинг учун эритма таёрлаганда реакцияга киришувчи дастлабки тузларни стехиометрик нисбатда эмас n нуктага мос келадиган CY - тузни миқдорини ортиқроқ олиш керак. Дастлабки тузларни нисбати ричаг қоидаcига асосан BX - n ва CY - n кесимларни нисбати орқали аниқланади. Чунки nE кесимни CX - n га нисбати m ни CX - m га бўлган нисбатидан катта. Шунинг учун nE бўйича кристалланганда дастлабки моддаларни – BX ва CY ни бирлик массасига тўғри келадиган CX ни ҳосил бўлган кристаллари массаси жараёни m йўл бўйича олиб борилгандагидан катта бўлади.

Бу мисолда кристалли ажратиб олинган маточний эритма ишлатилмай қолинди. Энди дастлабки моддаларни тўлиқ ишлатиш билан олиб бориладиган циклик жараёни қараймиз.

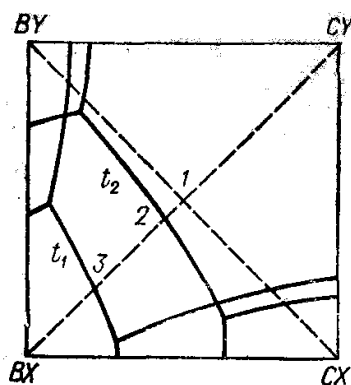
Айтайлик, BV ва CX тузларни 3.49 расмда ифодаланган муайян хароратдаги диаграммага мос келувчи сувли эритмани алмашилиб парчаланишидан BX ва CY тузларни олиш керак бўлсин. Аввало бир нуктага мос келувчи BV ва CX моддаларни нисбати танланади: бу ҳолда 1-2 йўл бўйича кристаллаб энг кўп BX ни олиш мумкин (бу нукта BX тузни кристалланиш майдонида ётади).



Расм. 48. Квадрат диаграммаси тузларининг алмашилиб парчаланиш жараёнини квадрат диаграммаси



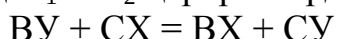
Расм. 49. Изотермик шароитда тузлар алмашилиб парчаланишининг циклик жараёни.



Расм. 50. Система харорати t_1 дан t_2 гача ўзгартириш билан боровчи тузларни алмашинув парчаланиши.

ВХ кристалларини ажратиб олгандан сунг 2 нуқтадаги таркибли ОНА эритмаси қолади. Бу эритмадан СУ энг куп миқдорда ажратишимиз керак. Бунинг учун ОНА эритмага СХ туздан шундай миқдорда қўшишимиз керакки, эритма аралашманинг таркибининг 3 нуқта ҳолатига тўғри келсин. Шу ҳолда 3-4 кристалланиш йўли бўйлаб энг куп миқдордаги СУ ни ажратишимиз мумкин. Энди 4 нуқтага мос таркибли эритмага шундай миқдорда ВУ қўшиш мумкинки, аралашма таркиби ВХ тузни энг кўп ажратилишига мос келувчи ВХ ни энг узун кристалланиш нурида ётувчи 5 нуқтага мос келсин, ВХ ни ажратгандан сўнг система фигуратив нуқтаси 5-2 қисмда ҳаракатланиб яна 2 нуқтада бўлади ва цикл 2-3-4-5 йўл билан қайтарилади. Циклда тузларни кристалланишига маълум миқдордаги сувга дастлабки моддалардан бирини киритиш ёки ортиқча сувни бўғлатиш йўли билан эришилади- циклни ҳар бир босқичида системадаги сувни маълум миқдорини сақлаш керак.

Баъзи бир ҳолларда системаларда m алмашилиб парчаланишни алоҳида тузларни кристалланишини турли ҳароратларда олиб бориш афзал. Масалан, системадан t_1 дан юқори ҳароратда сувни бўғлатиш эвазига ёки системани t_2 ҳароратгача совитиш эвазига кристалланиш амалга ошириш мумкин. 50 расмда t_1 ва t_2 ҳароратларда иккита изотерма ифодаланган.



реакцияни амалга ошириш учун ВУ ва СХ ни эквимоляр массасини чегараланган миқдордаги сув билан ишлов бериб СУ ни маълум миқдорини кристаллаш мумкин, t_1 - ҳароратда СУ ни кристалланиши 1-3 йўл билан боради. Сўнг СУ кристалларни ажратгач ОНА эритма t_2 – ҳароратгача қиздирилади ва системадан маълум миқдорда ВХ ажратилади; бу жараён фигуратив нуқтани 3-2 қисмда ҳаракатланиши билан ифодаланади.

Бунда бўғлатиш эвазига системадаги сувни маълум миқдорини таъминлаш керак. Солинадиган ёки буғлатиладиган сув миқдори системани сув диаграммасидан ҳисобланади. ВХ тузни ажратгандан сўнг қолган ОНА эритма 2 (нуқтадаги) янги ВУ ва СХ ни эквимоляр аралашмаси қўшилади ва системадан СУ ни ажратиш учун яна t_1 - ҳароратгача совитилади ва ҳ.к.

Таянч сўзлар

Изотермик бўғлатиш
кристалланиш йўли
циклик жараён
галит
вантгофит
левента

кизерит
алмашилиб парчаланиш
қолдиқ эритма
стехиометрик.

Назорат саволлари

1. Учлик нуқталарни конгруэнт бўлган оддий диаграммаларда изотермик бўғлатиш қандай содир бўлади?

2. Училиқ нуқталарни инконгрт бўлган оддий диаграммадаги изотермик бўғлатиш қандай содир бўлади?
3. Алмашилиб парчаланувчи тузлар системасини тўртлик диаграммасидан қандай фойдаланилади?
4. Тўртлик диаграммалардаги циклик жараён қандай олиб борилади?
5. Тўртлик диаграммалардаги турли ҳолатдаги изотермалардан қандай фойдаланилади?
6. Амалиётда диаграммадаги моддалар кристалланиш майдонлари тўлиқ сақланадими?
7. Бирнеча хил кристаллогидрат ва қўшалок туз ҳосил қилувчи системаларни, изотермик бўғлатиш жараёни қандай кетади?

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РУЙХАТИ

1. М.Е.Позин. Технология минеральных удобрений. Учебник для вузов, -6-ое изд., перераб.-Л.: Химия, 1989,- 352с.
2. М.Е.Позин, Р.Ю.Зинюк. Физико-химические основы неорганической технологии. Гл.5 Л.: Химия, 1985. 384с.
3. Соколовский А.А., Яхонтова Е.Л. Применение равновесных диаграмм растворимости в технологии минеральных солей. М.: Химия, 1982. 264с.
4. М.М.Викторов. Графические расчеты в технологии неорганических веществ. 3-ое изд.Л.: Химия, 1972. 276с.