

OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

«KIMYO MUHANDISLIGI» KAFEDRASI

**«TUZLAR TIZIMINING GRAFIK TAXLILI» FANIDAN
O'QUV USLUBIY MAJMUA**

Bilim soxasi:	700000 –Muhandislik, ishlov berish va qurilish sohalari
Ta'lim soxasi:	710000 – Muhandislik ishi
Magistratura mutaxassisliklari:	70710101- Kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha)

Namangan – 2024 y

Mazkur o‘quv-uslubiy majmua O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, Fan va Innovasiyalar vazirligi Namangan muhandislik-qurilish inistitutining 2024 yil “06” yanvardagi 6-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan “Tuzlar tizimining grafik tahlili” fanining o‘quv dasturi asosida tayyorlandi.

Tuzuvchi: NamMQI, “Kimyo muhandisligi” kafedrası dotsenti,
texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD),
Umarov Faxriddin Sharobiddinovich.

Taqrizchi: NamMQI, “Kimyo muhandisligi” kafedrası dotsenti,
texnika fanlari doktori (DSc),
To‘rayev Zokirjon.
NamMTI, “Kimyoviy texnologiya” kafedrası professori,
texnika fanlari doktori (DSc),
Dexkanov Zulfikaxor Kirgizboyevich.

O‘quv-uslubiy majmua Namangan muhandislik-qurilish instituti ilmiy-uslubiy kengashining 2024 yil «_____» _____ dagi _____ - sonli qarori va bayoni bilan nashrga tavsiya etilgan.

MUNDARIJA

I	NAZARIY MATERIALLAR.....	5
1.	“Tuzlar tizimining grafik tahlili” faniga kirish.....	5
2.	Asosiy qoidalar va tushunchalari.....	9
3.	Bir komponentli sistemalar.....	17
4.	Ikki komponentli sistemalar.....	32
5.	Kongruent birikma hosil qiluvchi sistema diagrammasi.....	38
6.	Inkongruent birikma hosil qiluvchi sistema diagrammasi.....	45
7.	Uch komponentli sistemalar.....	58
8.	Politermalarning izotermik kesimlari.....	65
9.	Uch komponentli sistemalar diagrammasini to‘g‘ri burchakli koordinatalar o‘qida ifodalash.....	76
10.	Uch komponentli sistemalarni teng tomonli uch burchakli diagrammasidan foydalanish.....	84
11.	KCl - MgCl ₂ - H ₂ O uch komponentli sistemasi va karnallitni qayta ishlashda uni qo‘llash.....	92
12.	Bir hil ionli uchta tuz va suvdan iborat to‘rt komponentli sistemalar haqida tushunchalar.....	102
13.	O‘zaro almashinuvchi tuzlar juftini grafik ifodalashda kvadratda qurish usuli.....	112
II	AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI.....	129
1.	Eritma konsentratsiyasini ifodalash usullari va ularni bir-biriga o‘tkazish.....	129
2.	Eritmalarni suyultirish va aralashtirish.....	134
3.	Ikki komponentli sistemalar uchun birlashtiruvchi to‘g‘ri chiziqliq va richag qoidalarini qo‘llash. Fazoviy diagrammalar tuzish va ular asosida grafik xisoblar.....	136
4.	Ikki komponentli sistemalar asosida bug‘latilgan suv miqdorini topish (Richag qoidasi asosida).....	141
5.	Kristallogidrat hosil qiluvchi (NaBr-H ₂ O) tuzlarning eruvchanlik egri chiziqlari asosida grafik hisoblar (Vant-Goff usulida).....	143
6.	O‘zgarmas komponent asosida hisoblar.....	151
7.	Moddiy balans tenglamasini massa birliklarida hisoblash.....	154
8.	Uchlamchi sistemalar diagrammalari asosida grafik xisoblar.....	158
9.	To‘rt komponentli va o‘zaro almashinuvchi sistemalarni diagrammalari asosida grafik hisoblar.....	165
III	LABORATORIYA MASHG‘ULOTI MATERIALLARI.....	171
1.	Laboratoriyada ishlash texnika xavsizligi qoidalar. Tuzlarning erish issiqligini aniqlash.....	171
2.	Binar sistemalar eruvchanligini o‘rganish (KCl - H ₂ O, NaCl - H ₂ O).....	175
3.	Ikki komponentli sistemalar eruvchanligini izotermik usulda o‘rganish (NaNO ₃ -H ₂ O, NaNO ₂ -H ₂ O).....	179

4.	Uch komponentli sistemalar eruvchanligini izotermik va politermik usulda o`rganish (KCl - NaCl - H ₂ O).	182
5.	Bir xil ionli to`rt komponentli sistemalar eruvchanligini izotermik usulda o`rganish (KCl - NaCl - MgCl ₂ - H ₂ O).	192
6.	O`zaro almashinuvchi to`rt komponentli sistemalar eruvchanligini izotermik usulda o`rganish (KCl + NH ₄ NO ₃ ↔ KNO ₃ + NH ₄ Cl). . .	194
IV	Mustaqil ta`lim mavzulari.	201
V	Glossariy.	206
VI	Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxati.	211
VII	Ilovalar.	212

I. NAZARIY MATERIALLAR.

1- mavzu. “TUZLAR TIZIMINING GRAFIK TAHLILI” FANIGA KIRISH.

O’quv moduli birliklari:

- 1.1. “Tuzlar tizimining grafik tahlili” fanining ahamiyati.
- 1.2. Fanning maqsadi va vazifalari.
- 1.3. Fanning o’quv rejadagi boshqa fanlari bilan bogliqligi.
- 1.4. Fanni o’qitishda zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar.

1.1. “Tuzlar tizimining grafik tahlili” fanining ahamiyati.

Noorganik moddalar texnologiyasini o’rganishda, Gibbsning fazalar qoidasi, fizik-kimyoviy analiz va uning tuzlar sistemasini hajmiy va tegishli ko’rinishlari uchun diagrammalar va bu kimyoviy diagrammala asosida hisoblash usullari katta ahamiyatga ega.

Noorganik moddalar olish texnologik jarayonlarini o’rganish va yaratish, muayyan muvozanat sistemalarini o’rganishdan boshlanishi shart.

Mana shunday jarayonlarga: ammiakli usulda soda olish jarayoni, silvinitni kaliy xloridga qayta ishlash, mirabilitni sodaga, karnallitni magniy va kaliy xloridga aylantirish, o’g’itsimon va mineral tuzlar ishlab chiqarish, tuzli ko’llar namokoplarini ishlatish va hokazolar kiradi.

Muvozanatdagi tuzli eritmalarni grafik ifodalashda sistemaning holat ko’rinishi yuzaga chiqadi va boshlang’ich holatga hamda muvozanat shartini buzilishiga bog’liq holda sistemada yuzaga keladigan o’zgarishlarni kuzatish mumkin bo’ladi.

Muvozanatdagi sistemada sodir bo’ladigan o’zgarishlarni aks etiradigan muvozanat xolatlarini, fazoviy va tekislikdagi muvozanat diagrammalari yordamida grafik ifodaash mumkin. Muvozanat diagrammalarini o’rganish goho tabiatda katta og’irlikdagi moddalar bilan sodir bo’ladigan jarayonlar mohiyatini tushunishga kalit bo’ladi (tuz ko’llarida sodir bo’ladigan jarayonlar, tuz qatlamlarining gnezisi va hokazo).

Diagrammalar yordamida turli texnologik hisoblarni olib borishda oxirgi, oraliq va

dastlabki eritmalarning qulay (maqbul) tarkibini, mahsulot chiqimi va jarayonni olib borishning eng qulay sharoitini aniqlash mumkin.

Ammo shuni nazarda tutish kerakki, muvozanat diagrammalari sistemani erishishi mumkin bo'lgan muvozanat holatini chegaralarini ifodalaydi, chunki gohida jarayonlar uzoq davomiylik bilan boradi.

Texnologik jarayonlar uchun aksariyat hollarda bunday uzoq davomiylik imkoniyatsizdir. Shuning uchun, muvozanatga erishish yo'lida olingan kinetik natija asosida qurilgan ("izoxronlar" va "polixronlar" deb ataladigan) diagrammalar ishlatiladi. Bundan tashqari, hisoblarda xomashyodagi qo'shimcha va qoldiqlarni hisobga olish kerak, chunki diagramma toza (moddalar) reagentlar asosida qurilgan bo'ladi. Yuqoridagi jarayonlarni o'rganishda "Tuzlar tizimining grafik tahlili" fani muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

1.2. Fanning maqsadi va vazifalari.

Fanni o'qitishdan maqsad – magistr'larga noorganik moddalar kimyosi va kimyoviy ishlov berish sohasida "Tarkib-xossa" kimyoviy diagrammasi asosida grafik hisoblash yo'llarini va fizik-kimyoviy tahlillarni, kimyoviy diagrammalar asosida texnologik hisoblarni bajarish tafakkurini shakllantirish va rivojlantirish, o'zining fikr-mulohaza, xulosalarini asosli tarzda aniq bayon etishga o'rgatish hamda ularni amaliyotga tadbiq etish ko'nikmasini hosil qilishdan iborat.

Ushbu maqsadga erishish uchun fan magistr'larni nazariy bilimlar, amaliy ko'nikmalar, yuqori samarali kasb faoliyati, texnologik jarayonlar va ular haqida fundamental bilimlar asosida magistrda ishlab chiqarishda energiyani teash yo'llarini aniqlash, chiqindilardan foydalanish muammosini hal qilish va chiqindisiz texnologiyalarni joriy qilish, mineral o'g'itlar, tuzlar va kislotalar ishlab chiqarish texnologiyasi bo'yicha respublikamiz va xorijiy ilg'or texnologiyalar yutuqlarini tahlil qilish, hamda ilmiy dunyoqarashni shakllantirish vazifalarini bajaradi.

1.3. Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlari bilan bogliqligi.

Fanni o'rganish “Oliy matematika”, “Fizika”, “Umumiy va noorganik kimyo”, “Analitik kimyo”, “Organik kimyo”, “Fizik kimyo”, “Kolloid kimyo”, “Ekologiya”, “Asosiy texnologik jarayon va qurilmalar”, “Umumiy kimyoviy texnologiya”, “Texnologik jarayonlarni kontrol qilish va avtomatlashtirish” kabi fanlar o'tilganda olingan bilimlarga tayanadi.

1.4. Fanni o'qitishda zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar.

“Tuzlar tizimining grafik tahlili” fanini o'qitishda zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar usullaridan foydalanish va o'quv jarayoniga tadbqiq etish muhim ahamiyatga egadir. Fanni o'zlashtirishda darslik, o'quv va uslubiy qo'llanmalar, ma'ruza matnlari, tarqatma materiallar, elektron materiallar, virtual stendlar hamda boshqa o'quv vositalaridan foydalaniladi. Ma'ruza, amaliy, tajriba darslarida mos ravishdagi ilg'or – pedagogik texnologiyalardan foydalaniladi.

“Tuzlar tizimining grafik tahlili” kursini loyihalashtirishda quyidagi asosiy konseptual yondashuvlardan foydalaniladi:

Shaxsga yo'naltirilgan ta'lim. Bu ta'lim o'z mohiyatiga ko'ra ta'lim jarayonining barcha ishtirokchilari to'la qonli rivojlanishlarini ko'zda tutadi. Bu esa ta'limni rivojlantirayotganda, albatta, ma'lum bir ta'lim oluvchining shaxsi emas avvalo, kelgisdagi mutahassislik faoliyati bilan bog'liq o'qish maqsadlaridan kelib chiqqan holda yondashilishni nazarda tutadi.

Tizimli yondashuv. Ta'lim texnologiyasi tizimining barcha belgilarini o'zida mujassam etmog'i lozim: jarayonni mantiqiy ekanligi, uning barcha bo'g'inlarini o'zaro bog'langanligi, yaxlitligi.

Faoliyatga yo'naltirilgan yondashuv. Shaxsning jarayonli sifatlarini shakillantirishga ta'lim oluvchining faoliyatini aktivlashtirish va intensivlashtirish, o'quv jarayonida uning barcha qobiliyati va imkoniyatlari, tashabuskorligini ochishga yo'naltirilgan ta'limni ifodalaydi.

Dialogik yondashuv. Bu yondashuv o'quv munosabatlarini yaratish zaruriyatini

bildiradi. Uning natijasida shaxsning o'z-o'zini faollashtirishi va ko'rasata olish kabi ijodiy faoliyati kuchayadi.

Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish. Demokratik, tenglik, ta'lim beruvchi va ta'lim oluvchi faoliyat mazmunini shakillantirishda va erishilgan natijalarni baholashda birgalikda ishlashni joriy etishga e'tiborni qaratish zarurligini bildiradi.

Muommoli ta'lim. Ta'lim mazmunini muommoli tarzda taqdim qilish orqali ta'lim oluvchi faoliyatini aktivlashtirish usullaridan biri. Bunda ilmiy bilimni obyektiv qarama – qarshiligi va uni hal etish usullarini, dialektik mushohadani shakillantirish va rivojlantirishni, amaliy faoliyatga ularni ijodiy tarzda qo'llashni mustaqil ijodiy faoliyati taminlanadi.

Axborotni taqdim qilishning zamonaviy vositalari va usullarini qo'llash – yangi kompyuter va axborot texnologiyalarini o'quv jarayoniga qo'llash.

O'qitishning usullari va texnikasi. Ma'ruza (kirish, mavzuga oid, vizuallash), muommoli ta'lim loyihalash usullari, amaliy ishlar.

O'qitishni tashkil etish shakillari: dialog, muloqot hamkorlik va o'zaro o'rganishga asoslangan firantal, kolektiv va guruh.

O'qitish vositalari: o'qitishning an'anaviy shakillari (darslik, ma'ruza matni) bilan bir qatorda – kompyuter va axborot texnologiyalari.

Kommunikatsiya usullari: tinglovchilar bilan operativ teskari aloqaga asoslangan bevosita o'zaro munosabatlar.

Teskari aloqa usullari va vositalari: kuzatish, bilis – so'rov, oraliq va joriy , yakunlovchi nazorat natijalarini taxlili asosida o'qitish diagnostikasi.

Boshqarish usullari va vositalari: o'quv mashg'uloti bosqichlarini belgilab beruvchi texnologik karta ko'rinishidagi o'quv mashg'ulotlarini rejalashtirish, qo'yilgan maqsadga erishishda o'qituvchi va tinglovchining birgalikdagi harakati, nafaqat auditoriya mashg'ulotlari, balki auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarning nazorati.

Monitoring va baholash: o'quv mashg'ulotida ham butun kurs davomida ham o'qitishning natijalarini rejali tarzda kuzatib borish. Kurs oxirida test topshiriqlari yoki yozma ish variatlari yordamida tinglovchilarning bilimlari baholanadi.

“Tuzlar tizimining grafik tahlili” fanini o‘qitish jarayonida kompyuter texnologiyasidan foydalaniladi. Ayrim mavzular bo‘yicha talabalar bilimini baholash test asosida kompyutr yordamida bajariladi. Tarqatma materiallar tayyorlanib, test tizimi hamda tayanch so‘z va iboralar asosida oraliq va yakuniy nazoratlar o‘tkaziladi.

2- mavzu. ASOSIY QOIDALAR VA TUSHUNCHALAR.

O‘quv moduli birliklari:

- 2.1. “Tuzlar tizimining grafik tahlili” fanining asosiy qoidalar va tushunchalar.
- 2.2. Tuzlar sistemasi va ularni tarkibini ifodalash usullari.
- 2.3. Fizik-kimyoviy diagramma.

2.1. “Tuzlar tizimining grafik tahlili” fanining asosiy qoidalar va tushunchalar.

Mineral o‘g‘itlar va tuzlar texnologiyasini ko‘pgina muammolarni hal qilishda, ishlov berilayotgan sistemani tarkibi, xossasi va holati o‘rtasidagi bog‘liqlikni o‘rganish juda muxim.

Bunday bog‘lanishni o‘rganuvchi fan Fizik-kimyoviy taxlil (“Tuzlar tizimining grafik tahlili”) nomi bilan nomlangan. Bu fanning asoschisi rus olimi N.S.Kurnakovdir. Sistemalarning tarkibi, xossasi va xolati o‘rtasidagi bog‘liqlik, sistemani muvozanat xolat diagrammalarida yaqqol ko‘rinadi.

Fizik-kimyoviy taxlilni vazifasi kimyoviy muvozanatdagi sistemaning o‘zgarishini fizik va geometrik usullar bilan o‘rganishdan iborat.

Quyida **fizik-kimyoviy tahlilda qabul qilingan tushunchalar** keltirilgan:

Sistema – o‘zaro ta’sir etish imkoniyatiga ega bo‘lgan modda (yoki jism)lar majmuasi;

1. Moddalar o‘zaro issiqlik almashinish va hech bo‘lmaganda birortasi diffuziyalanish imkoniga ega bo‘ladi; Agarda sharoit doimiy bo‘lsa, sistema muvozanatda bo‘ladi va uni xolati o‘zgarmaydi.

Sistema xolati – gomogen va geterogen bo‘lishi mumkin. Gomogen sistema bitta

fazadan iborat bo‘ladi (masalan, gazlar aralashmasi, eritma va h).

Geterogen sistema bir qancha fazadan iborat bo‘ladi (masalan, muz va suv aralashmasi, muvazanat xolatdagi to‘yingan tuz eritmasi va tuz kristallari; suyuqlik va bug‘dan iborat bo‘lishi mumkin).

Faza – tarkibi va xossalari bir xil bo‘lgan sistemaning gomogen qismi. Muvozanatda turgan sistema holati fazalar soni, kimyoviy tarkibi va termodinamik xossalari bilan xarakterlanadi.

Sistemaning tarkibi – komponentlar soni, termodinamik xossalari esa – erkinlik darajalari soni bilan xarakterlanadi.

Sistemadan ajratib olinganda mustaqil mavjud bo‘la oladigan moddalar-komponentlar yoki tarkibiy qismlar deyiladi.

Masalan: Na_2SiF_6 ning suvdagi eritmasida H_2O va Na_2SiF_6 dan tashqari, Na^+ , SiF_6^- , H^+ va OH^- ham mavjud bo‘ladi. Lekin ionlar sistemadan tashqari erkin xolda mavjud bo‘lmaydi. H_2O va Na_2SiF_6 esa mavjud bo‘la oladi, shuning uchun bu sistema ikki komponentli deyiladi.

Sistemadagi har qaysi fazaning kimyoviy tarkibini aniqlash uchun zarur bo‘lgan komponentlarning eng kichik soni sistemaning komponentlar soni deyiladi. Masalan, oddiy sharoitda H_2 , O_2 aralashmasi bo‘lsin. Bularning konsentrasiyasi bir-biriga bog‘lanmagan chunki bular orasida kimyoviy reaksiya bormaydi; shunga ko‘ra fazalar konsentrasiyasini aniqlash uchun ikkala komponentning tarkibini bilish kerak bo‘ladi – sistema komponentlar soni ikkiga teng.

Agar kimyoviy reaksiya sodir bo‘lib, suv hosil bo‘lsa, sistema H_2 , O_2 , H_2O tarkibiy qismga ega bo‘ladi. Lekin komponentlar soni $3-1=2$ bo‘ladi.

Chunki muvozanat xolatda komponentlar orasida kimyoviy reaksiya borsa, komponentlar sonini topish uchun tarkibiy qismlar sonidan kimyoviy reaksiyalar soni ayiriladi. Demak, qoidaga binoan fazalar tarkibini aniqlash uchun hohlagan ikki komponent H_2 , O_2 yoki H_2 , H_2O yoki H_2O , O_2 larning konsentrasiyasini bilish kifoya.

Ikki komponent miqdori va muvozanat konstantasi ma‘lum bo‘lsa, uchinchi komponent miqdorini ham aniqlash mumkin. Shuningdek MgCO_3 , MgO , CO_2 sistemasida

($\text{MgCO}_3 = \text{MgO} + \text{CO}_2$) uchta komponent bo'lsa ham bog'lanmagan komponentlar soni 2ga teng.

Sistema xolatini uning xossalari majmuasi bilan aniqlash mumkin. Urganilayotgan sistemani qaysidir makroskopik xossasini xarakterlovchi barcha kattaliklar termodinamik omillar deb ataladi.

Ko'pincha bir-biriga bog'liq bo'lgan omil sifatida o'lchash mumkin bo'lgan omillar tanlanadi. Masalan, xarorat, bosim, molyar yoki solishtirma hajm, konsentrasiya va b.

Sistemaning termodinamik xossasi -harorat (T), hajm(V), bosim(P), konsentrasiya (S) bilan xarakterlanadi.

Sistemaning termodinamik xossasini aniqlash uchun zarur bo'lgan omillarning eng kichik soni – **erkinlik darajalari soni** deyiladi. Masalan, gaz xoldagi moddalarni (N_2 , NH_3 , O_2 ,...) termodinamik xossasini bitta T bilan aniqlay olmaymiz, chunki bir xil haroratga V va P larni birqancha qiymatlari to'g'ri kelishi mumkin. Shuning uchun kamida ikkita parametr (V_1P ; V_1T ; T_1P) aniq bo'lishi kerak, demak bu sistemaning erkinlik darajasi ikkiga teng.

Erkinlik darajasi soni – muvozanatda turgan sistemani fazalar sonini o'zgartirmasdan turib, ma'lum chegarada o'zgartirilishi mumkin bo'lgan mustaqil omillar sonidir (T-temperatura, P-bosim va komponentlar konsentrasiyasi).

Fazalar qoidasi F– muvozanatda turgan geterogen sistemani xarakterlovchi uch kattalik: fazalar soni Φ , komponentlar soni K, erkinlik darajalar soni F ni bir-biri bilan bog'laydi.

Bu qoidaga binoan ikki omil (bosim, harorat) ta'sirida muvozanatda turgan sistema erkinlik darajasi F sistema komponentlar sonidan – fazalari sonini ayirmasidan, ikki birlikka katta, ya'ni erkinlik darajalar soni:

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

Omillardan biri (bosim yoki xarorat) doimiy bo'lsa erkinlik darajasini shartli soni bir birlikka kamayadi;

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

Faraz qilaylik : $K=1, 2$ yoki $K=3$, bunda (1) tenglamaga muvofiq :

	K = 1	K=2	K=3
F=1	F=2	F=3	F=4
F=2	F=1	F=2	F=3
F=3	F=0	F=1	F=2
F=4	----	F=0	F=1
F=5	----	----	F=0

Demak, ikki va uch komponentli sistemalarda eng ko‘pi bilan 4 va 5 faza muvozanatda bo‘lishi mumkin.

Geterogen sistemalar ikki sinfga bo‘linadi:

A) Erkinlik darajalari soni bo‘yicha;

F= 0 (invariant) nol variantli,

F=1 bir yoki mono variantli,

F=2 bivariantli (divariant) sistema va hokazo.

B) Komponentlar soniga qarab: bir, ikki va hokazo komponentli.

Sistema xossalari – bunga fizik-kimyoviy taxlil bilan aniqlanadigan 30 dan ortiq fizik xossalar kiradi: suyuqlanish, erish, issiqlik sig‘imi, issiqlik o‘tkazuvchanlik, sindirish ko‘rsatgichi, xajmi (zichlik, solishtirma xajm, molekulyar bog‘lanish, qovushqoqlik, sirt tarangligi va xokazo.) Sistema xossalari EKSTENSIV va INTENSIV bo‘lishi mumkin. Ekstensiv xossalar- moddalarning miqdoriga bog‘liq bo‘lgan xossalar. Intensiv xossalar – moddalarning miqdoriga bog‘liq bo‘lmagan xossalar; harorat, solishtirma xajm, konsentrasiya va boshqalar.

Sistemalarni fizik-kimyoviy taxlili suyuqlanish, eruvchanlik va mikrotuzilishlarni o‘rganishga asoslangan.

Mineral tuzlar va o‘g‘itlar texnologiyasida muvozanatda turgan turli sistemalarning holat diagrammalari keng qo‘llaniladi. Bunday diagrammalar, tuzlarni erishi va kristallanishi hamda, qattiq aralashmalarni suyuqlanishi bilan bog‘liq muammolarni yechishga imkon beradi. Ko‘pincha bu jarayonlar o‘zgarmas bosimda boradi. Muvozanatdagi bunday sistemalarda suyuq va qattiq fazalar ishtirok etadi, gaz faza e‘tiborga olinmaydi. Suv – tuz sistemalarda omillarga bog‘liq holda (harorat va komponentlar konsentrasiyasi) bitta suyuq faza (eritma) va bir qancha qattiq faza

(muz, suvsiz tuz, tuz kriticallogidрати, qo'shaloq tuz yoki turli tuzlar aralashmasi) ishtirok etishi mumkin.

Mustaqil komponentlar soniga qarab sistema bir-, ikki-, uch- , to'rtkomponentli va xokazo bo'lishi mumkin.

Bir komponentli sistemaga misol: suv yoki tuz.

Ikki komponentlira- tuz ba sub (masalan $N_2O-Na_2SiF_6$, $N_2O-NaCl$, H_2O-KNO_3 va h).

Uchkomponentliga – suv va bir xil ionli ikki tuz (Masalan, $N_2O-NaCl-KCl$; $H_2O-NaCl-Na_2SO_4$; $H_2O-MgSO_4-MgCO_3$).

To'rt komponentli – suv va bir xil ionga ega bo'lgan uch xil tuz($NaCl+KCl+MgCl_2+H_2O$).

Suv va umumiy ionga ega bo'lmagan ikki tuzdan iborat sistema ham to'rt komponentli bo'lib, bunday sistema o'zaro almashinuvchi sistema deyiladi. (masalan, $NaCl+KNO_3 = NaNO_3 + KCl$).

Bu sistemalarda mustaqil komponentlar suv va tenglamadagi xohlagan uchta tuz.

Hohlagan sistemadagi bir-biriga bog'liq bo'lmagan komponentlar soni, sistemani tashkil etuvchi komponentlar sonidan, ular o'rtasida borishi mumkin bo'lgan kimyoviy rayeksiyalar sonini ayirmasiga teng. Uzaro ta'sir etuvchi suvli $NaCl+KNO_3 = KCl+NaNO_3$ sistemasida moddalar soninig beshta (H_2O , $NaCl$, KNO_3 , KCl , $NaNO_3$), borishi mumkin bo'lgan reaksiyalar soni bitta. Shuning uchun sistema to'rtkomponentli deyiladi.

2.2. Tuzlar sistemasi va ularni tarkibini ifodalash usullari.

Tuzlarning sistemalari turlicha ifodalanadi:

Bir xil ionli sistemalar;

$NaCl - KCl - MgCl_2 - H_2O$ yoki $Na^+, K^+, Mg^{2+}, // Cl^-, H_2O$

O'zaro ta'sir etuvchi sistemalar;

$NaCl + KNO_3 = KCl + NaNO_3 (H_2O)$

$NaCl - KNO_3 - H_2O$ yoki $KCl - NaNO_3 - H_2O$

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

Eruvchanlik diagrammasini tuzishda, sistema tarkibi butunligicha yoki uni ayrim fazalari komponentlar konsentrasiyasini quyidagi usullarda ifodalash mumkin.

Uch komponentli sistemalarda:

1. 100g eritmada erigan moddani gramm miqdori og'irlik foizi.
2. 100g (yoki 1000g) suvda erigan moddalarni gramm miqdori: g/100g H_2O yoki g/1000g H_2O
3. 100 yoki 1000mol suvda erigan moddalar mol soni: mol/100mol H_2O ; mol/1000mol H_2O .

Ikki komponentli sistemalar tarkibi faqat og'irlik yoki molyar foizlarda ifodalanadi.

Ikki va ko'p komponentli sistemalar, eritmalarda suvni bir xil xaroratda bug'latish yoki suvda (yoki kislotalarda) qattiq komponentlarni eritish, shuningdek sistemani sovitish va isitishda sistemadagi holat uzgarishi bilan bog'liq bo'lgan sifat va miqdoriy masalalarni yechishga imkon berdi.

Uch va undan ortiq komponentli sistemalar eruvchanlik diagrammasi, komponentlardan biri ikkinchisini eruvchanligini kamaytirishi yoki kupaytirishi mumkin bo'lgan jarayonlariga ham qaraydi.

Barcha komponentlari o'zaro ta'sirda bo'lgan sistemalar muvozanat holatga intiladi. Muvozanat holatda sistemani tashkil etuvchi komponent va fazalarning harorati, bosimi va kimyoviy potentsiali teng bo'ladi. Sistema muvozanat holatdan qancha uzoq bo'lsa jarayon shuncha tezlik bilan ketadi. Shuning uchun texnologik muommolarni yechishda sistemani muvozanat sharoitlarini bilish muhim.

2.3. Fizik-kimyoviy diagramma.

Sistemaning tarkibi, holati va xossasi o'rtasidagi bog'lanish fizik-kimyoviy diagrammalarda yaqqol namoyon bo'ladi.

Masalan, tarkib- xossa diagrammasida sistema xossasini uning tarkibiga bog'liqligi; Holat diagrammasida yoki fazoviy diagrammalarda sistemani fazoviy holatini uni termodinamik xolat omillariga (T, P va h .) bog'liqligini xarakterlaydi. Kurnakovni

aniqlashicha, kimyoviy uzgarishlarni fizik – kimyoviy taxlili –ilmiy izlanishning geometrik usulidir.

Bu quyidagi prinsiplarga asoslanadi;

Uzluksizlik prinsipi deb - sistema xolatini aniqlovchi omillarning uzluksiz o'zgarishi, fazalari xossasini hamda yangi faza hosil bo'lmaydigan va eskisi yo'qolmaydigan oraliqda butun sistema xossasini, uzluksiz o'zgarishga olib kelishiga aytiladi. Muvofiqlik prinsipiga binoan – muvozanatda turgan sistemaning har bir fazasi va ularning tarkibiy qismlari fazoviy diagrammada ma'lum geometrik yuzaga muvofiq keladi. Sistemada sodir bo'ladigan barcha fizik-kimyoviy o'zgarishlarni, diagrammadagi geometrik yuzalarni joylashuvini o'zgarishi bilan tushuntiriladi. Fazoviy diagrammadagi yuza, chiziq va nuqtalarning joylashuvi sistemadagi fazani mavjud bo'lish chegarasini, tabiatini va uning sonini hamda fazalarning muvozanat holatini aniqlovchi omillarni ularga ta'siri haqida hulosa chiqarish mumkin.

Fazoviy diagramma tajriba natijalari asosida quriladi, shuning uchun omillarni (T,P,S) o'zgarishi bilan sistemada qanday o'zgarishlar bo'lganini yoki bo'lish mumkinligini aniqlash imkonini beradi. Ammo diagrammalar nima uchun shunday bo'lganini tushuntirmaydi.

Qattiq fazani suyuqlanish va qotishini kursatuvchi holat diagrammalar, suyuqlanish diagrammasi deyiladi.

Agarda sistemada yuqori bo'lmagan haroratlarda, suyuq faza bo'lsa, bunday fazoviy diagramma eruvchanlik diagrammasi deyiladi.

Noorganik moddalar texnologiyasida, tuzlarning erishi va kristallanishi bilan bog'liq bo'lgan eruvchanlik diagrammalari ishlatiladi.

Fizik-kimyoviy diagrammalar sistemani muvozanat holatini tasvirlaydi, agarda sistema muvozanat holatiga sekin kelsa, diagramma kinetik natijalar (izoxronalar, polixronalar)dan foydalaniladi.

Fazoviy muvozanat bu dinamik muvozanat bo'lib, massa va energiyaning fazalararo almashinishi qarama-qarshi tomongalarga tenglashgan holatiga aytiladi. Shuningdek xar bir fazaning hususiyatlari saqlanib parametrlar ham o'zgarmay qoladi. Ba'zi bir sistemalar,

uni tashkil qiluvchi qismlarini tarkibi va xossalari muvozanat holatdagidan farq qilganida, metastabil xolatda bo‘ladi.

Metastabil holat noturg‘un holatdan farq qiladi. Chunki noturg‘un holatdagi sistema ma’lum vaqtdan so‘ng, tashqi ta’sir bo‘lmasa ham to‘g‘ri muvozanat holatga o‘tadi. Metastabil holatdagi sistema esa faqat tashqi ta’sir (masalan, to‘yingan eritmaga modda kristallarining kirishi) natijasida muvozanat holatga o‘tadi. Bug‘ bosimi va eruvchanligi eng kam moddalargina barqaror formani namoyon etadi.

Ostvald qoidasiga muvofiq, o‘ta to‘yingan eritmalardan oldin eruvchanligi yuqori bo‘lgan metastabil qattiq faza yoki suvning bug‘ bosimi yuqori bo‘lgan kristallogidrat ajralib chiqadi, u kam eruvchan metastabil kurinishga o‘tadi va nihoyat eng kam eruvchi turg‘un fazaga aylanadi.

Sistemada boshqa sistema (tashqi muhit) bilan energiya va modda almashsa bunday sistema ochiq sistema deyiladi.

Agarda faqat energiya almashsa yopiq sistema deyiladi.

Agarda sistema boshqa sistema bilan energiya ham, modda ham almashmasa, bunday sistema izolyasiyalangan sistema deyiladi.

Tayanch so‘zlar va iboralar:

Sistema, gomogen sistema, geterogen sistema, faza, omil, harorat, konsentrasiya, komponent, komponentlar soni, erkinlik darajasi, fazalar qoidasi, ekstensiv, intensiv, monovariant, bivariant, holat diagramma, muvozanat holat, jarayon, ochiq sistema, yopiq sistema, izolyasiyalangan sistema, diagramma, uzluksizlik prinsipi, muvofiqlik prinsipi, suyuqlanish, eruvchanlik, metastabil.

Nazorat savollari:

1. Fizik-kimyoviy tahlilning vazifasi nimadan iborat?
2. Fizik-kimyoviy tahlilning asosiy tushunchalari nimalar?
3. Sistema holatini omili qanday kattalik?
4. Muvazanatda turgan sistema nimalar bilan xarakterlanadi?

5. Komponentlar soni deb nimaga aytiladi?
6. Erkinlik darajalar soni deb nimaga aytiladi?
7. Fazalar qoidasi.
8. Geterogen sistemalar necha sinfga bo'linadi?
9. Bir, ikki va uch komponentli sistemalarga misollar keltiring.
10. Sistema tarkibini ifodalashning qanday usullari bor?
11. Ochiq sistema degani nima?
12. Yopiq sistema degani nima?
13. Izolyasiyalangan sistema nima?
14. Fizik-kimyoviy taxlilning asosiy prinsiplari.
15. Fazoviy diagramma nima, uni qanday turlari bor.

3- mavzu. BIR KOMPONENTLI SISTEMALAR.

O'quv moduli birliklari:

- 3.1. Bir komponentli sistemalarda fazalar qonunining qo'llanilishi.
- 3.2. Bir komponentli sistemalarning xolat diagrammalari.
- 3.3. Klauzius-Klapeyron tenglamasi.
- 3.4. Bug'lanish va sublimatsiya chiziqlari.
- 3.5. Le-Shatele printsipi va uning qo'llanilishi.
- 3.6. Uchlamchi nuqta va holat diagrammasining maydonlari.

3.1. Bir komponentli sistemalarda fazalar qonunining qo'llanilishi.

Bir komponentli sistemalarni o'rganishdan avval, ularda fazalar qonuni qo'llanilishini ko'rib chiqaylik. Fazalar qonuni quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\Phi + F = K + 2$$

Berilgan hol uchun komponentlar soni uchun K birga teng; shuning uchun bir komponentli sistemalarda fazalar soni va erkinlik darajasi qiymati quyidagi tenglik bilan boglangan:

$$F = 3 - \Phi$$

Bu formulani qo'llaganda quyidagi natijalar xosil bo'ladi:

Φ	F	muvozanat xususiyati
1	2	divariant
2	1	monovariant
3	0	nolvariant

Fazalar qonunini qo'llaganda sistemada bittadan kam bo'lmagan fazalar bo'lishini inobatga olish lozim: uchta faza mavjudligida nolvariant muvozanat o'rinlidir. Bir komponentli sistema uchun muvozanat divariant bo'ladi. Bir nechta qattiq modifikatsiyalar (polimorfizm) mavjudligida xar bir modifikatsiya aloxida fazani xosil qiladi. Monovariant ikki fazaning muvozanati mavjudligida o'rinli; bunda quyidagi juft fazalar bo'lishi mumkin:

a) suyuqlik-bug', b) qattiq faza-bug': v) qattiq faza-suyuqlik; g) ikkita turli qattiq fazalar (modifikatsiyalar).

Uch fazaning muvozanati nolvariant (invariant) muvozanat bo'lib, unda quyidagi kombinatsiyalar bo'lishi mumkin: a) qattiq faza- suyuqlik-bug': b) ikkita qattiq modifikatsiya-suyuqlik; v) ikkita qattiq modifikatsiya-bug' g) uchta qattiq modifikatsiya.

To'rt yoki undan ortiq fazalar bir komponentli sistemalarda qoidaga binoan o'zaro muvozanatda tura olmaydi. Bir komponentli sistemalar xolati ikki parametr bilan yetarli aniqlanadi. Ko'p xollarda bu ikki parametr sifatida harorat va bosim tanlanadi. Divariant muvozanatida bu ikki kattaliklarni (albatta ma'lum chegaralarda) bir-biriga bogliq bo'lmagan holda o'zgartirish mumkin. Masalan, byg', suyuqlik yoki kattiq modda turli harorat va bosimda mavjud bo'lishi mumkin.

Monovariant sistemalarda o'z-o'zidan bu parametrlardan birontasi tanlanadi, masalan agar suyuqlik o'z bug'i bilan muvozanatda tursa, u holda sistemadagi harorat suv bug'ini aniqlaydi va aksincha.

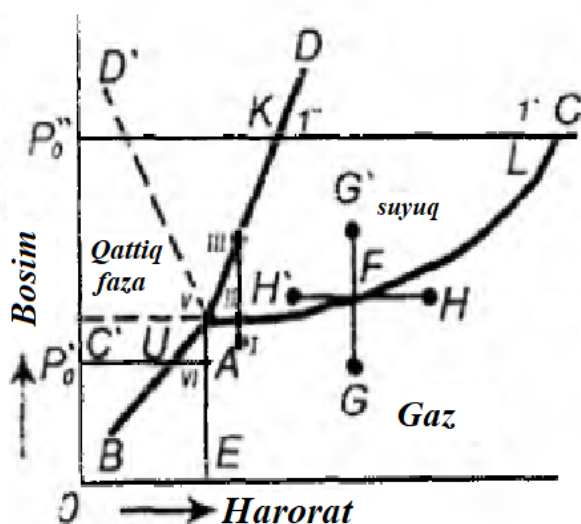
Suv va bug' 100°C da faqat bosim I atmosferaga teng bo'lgandagina muvozanatda bo'ladi. Nihoyat, nolvariant sistemalarni xech qaysi parametri oldindan berilmaydi: muz, suv va bug' faqat 0,0076°C haroratda va bosim 4,6mm.sim.ust bo'lganda o'zaro

muvozanatda bo'ladi.

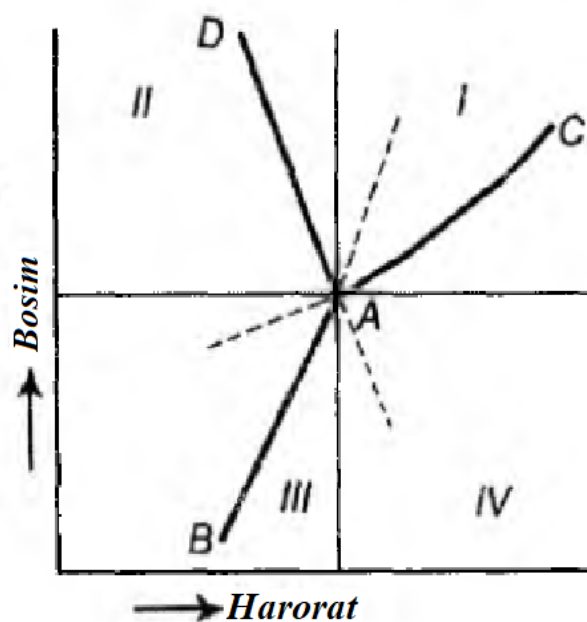
3.2. Bir komponentli sistemalarning xolat diagrammalari.

Agar abstsissalar o'qiga sistema haroratini, ordinatalar o'qiga bosimini qo'ysak, holat diagrammasi hosil bo'ladi.

Uning bunday nomlanishiga sabab, u bir komponentli sistemaning holatini grafik ko'rinishida berilishidir: bunday sistema holati diagrammada nuqta ko'rinishida belgilanadi. Chunki nuqtaning joylashuvi uning abstsissa va ordinatasida to'liq aniqlanadi (berilgan hol uchun harorat va bosim bilan). Sistema holatini ifodalovchi bu nuqta figurativ nuqta deyiladi.



3.1-rasm. Oltingurgit tipidagi moddaning xolat diagrammasi



3.2-rasm. Suv tipidagi moddaning xolat diagrammasi

Bir komponentli sistemaning holat diagrammasida (rasm 3.1. va 3.2.) nolvariant muvozanatiga uchlamchi A nuqta javob beradi, monovariant muvozanatlariga BA, AC, AD chiziqlari javob beradi, chunki chiziqdagi barcha nuqtalar diagramma tekisligida faqat bitta koordinata bilan aniqlanadi; nihoyat divariant muvozanatlarga tekislikning ma'lum qismlari- u yoki bu fazaning maydonlari javob beradi (masalan, suyuqlik maydoni CAD, BAC ning pastki qismi bug' maydoni). Demak, holat diagrammani har bir fazasiga

ma'lum geometrik shakl-tekislik qismi- maydon javob beradi. Bu tasdiq taalluqlilik printsipli mohiyatini tashkil etadi. Alohida fazalarning maydoni bir-biridan monovariant muvozanat chiziqlari bilan ajralib turadi, chunki bu chegaralarda berilgan chiziqlar maydoilarida yotuvchi muvozanatdagi fazalar joylashgan. Bu maydonlarni chegaralovchi uch monovariant muvozanat chizig'i, uchchala faza maydoni juftlashgan bitta nuqtada kesishadi. Bu nuqta uchta mavjud fazaning nolvariant muvozanatini ifodalab, yuqorida aytilganidek uchlamchi nuqta deyiladi.

3.3. Klauzius-Klapeyron tenglamasi.

Avvalo monovariant muvozanat chiziqlarini alohida ko'rib chiqaylik. Barcha monovariant muvozanatlariga Klauzius-Klapeyron tenglamasini qo'llash mumkin:

$$q = T \frac{dp}{dT} \Delta v \quad (3.1)$$

Bu yerda: q -bir fazadagi issiqlikni u bilan muvozanatda turgan boshqa fazaga o'tishi; T -mavjud bo'lgan ikki faza absolyut harorati; p -bosim va Δv bir fazadan ikkinchi fazaga o'tishdagi hajm o'zgarishi. Kelishmovchilikni oldini olish maqsadida q ni doimo musbat deb qabul qilamiz; u holda Δv - bir fazadan boshqa fazaga o'tishdagi hajmning kengayishi. Agar q 1kg moddaga olinsa, Δv - solishtirma hajmning o'zgarishi: agar q bir mol' moddaga olinsa, u xolda, Δv - mollardagi hajm o'zgarishidir.

Bittasi gazsimon bo'lgan ikki faza muvozanati uchun (3.1) formula boshqa ko'rinishda bo'ladi. Bu xolda Δv bir xil miqdordagi gaz va suyuqlik (bug'lanishda) yoki qattiq modda (sublimatlanishda) lar hajmining farqi hisoblanadi. Birinchi hajmga nisbatan olganda, ikkinchi hajmni hisobga olmasa ham bo'ladi va $\Delta v = v_g$ deb hisoblash mumkin. 3.1 formulani 1 mol modda uchun qo'llasak; u xolda $\Delta v = v_g$ 1mol' gaz hajmi hisoblanadi va $p v_g = RT$, bu yerda R - universal gaz doimiysi.

Bundan $v_g = \frac{RT}{p}$ ni topib (3.1) formulaga qo'yamiz:

$$q = T \frac{dp}{dT} \cdot \frac{RT}{p} = RT^2 \cdot \frac{1}{p} \cdot \frac{dp}{dT},$$

$$\frac{1}{p} \cdot \frac{dp}{dT} = \frac{d \ln p}{dT} \quad \text{bo'lishi tufayli} \quad \frac{d \ln p}{dT} = \frac{q}{RT^2} \quad (3.2) \text{ bo'ladi.}$$

Bu Klauzius-Klapeyron tenglamasining ikkinchi ko'rinishidir, lekin bu tenglamani faqat monovariant muvozanatli bir fazasi gaz simon bo'lgan sistemalarda qo'llash o'rinli.

3.4. Bug'lanish va sublimatsiya chiziqlari.

Avvalo (3.2) formulani bug'lanish yoki sublimatsiya uchun qullaylik, q qiymatini o'zgarmas hisoblab, (3.2) tenglikni integrallaymiz:

$$\ln p = -\frac{q}{RT} + \text{const} \quad (3.3), \quad R = 1.985 \frac{\text{kal}}{\text{mоль} \cdot \text{град}}$$

qiymatni kuyib va o'nli logarifmlab, ga $\lg p = \frac{q}{2.303 \cdot 1.985} + A''$ bo'lamiz.

$$\frac{q}{2.303 \cdot 1.985} = \frac{q}{4.575} = B \quad \text{belgilashni} \quad \text{kiritib,}$$

$$\lg p = A - \frac{B}{T} \quad (3.4) \text{ ni yozishimiz mumkin.}$$

Bu formula bug' bosimining temperaturaga bog'liqligini ifoda etadi; lekin bu nisbiydir. Chunki (3.2) ni integrallashda biz q ni doimiy deb ildik, aslida esa bu kattalik haroratga bog'liq.

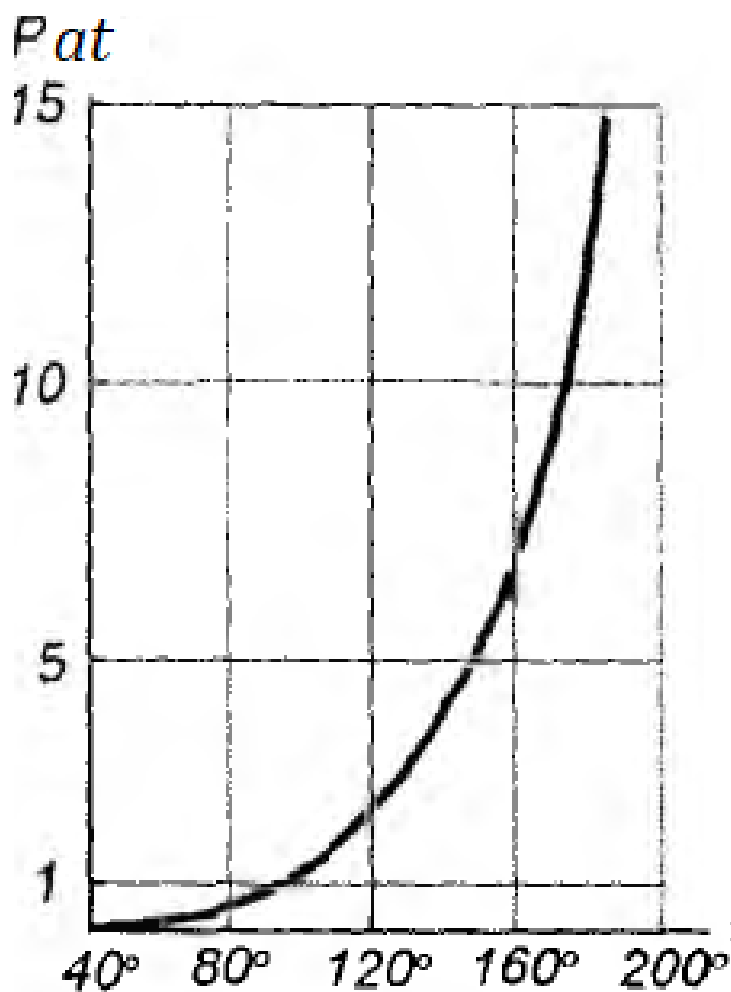
(3.3) tenglamani harorat T_1 ga, so'ng T_2 bog'lab, xosil bo'lgan ifodalarni bir-biridan ayirib, so'ngra o'nli logorifmga o'tsak:

$$\lg \frac{p_2}{p_1} = \frac{q}{4.575} \left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right] \quad (3.5)$$

Bu yerda: p_1 va p_2 – T_1 va T_2 haroratlardagi to'yingan bug' bosimi.

(3.5) formula harorat T_1 dagi qiymatni bilgan holda, ma'lum T_2 haroratda to'yingan bug' bosimini aniqlash imkonini beradi, lekin $T_2 - T_1$ intervali katta bo'lmasligi lozim, yoki xech bo'lmasa bug'lanish issiqligi q ni doimiy deb hisoblash mumkin bulsin.

(3.4), (3.5) va boshqa biz keltirmagan formulalar bo'yicha hisoblar, shuningdek bug' bosimi uchun emperik natijalari 3.3-rasmdagi grafikka bog'liqligini beradi. Ko'rinib turibdiki, harorat ortishi bilan to'yingan bug' bosimi keskin ortadi. To'yingan bug'ring bosini egri chizig'i kritik nuqtada tugaydi, bu nuqta suyuqlik va uning bug'i o'rtasidagi farq qolmaydigan moddaning holatini tavsiflaydi (ifodalaydi).



3.3-rasm. Suyuqlik bug'i bosimining egri chizig'i.

Suv uchun kritik holat: kritik harorat 374°C va kritik bosim $217,5 \text{ atm}$. parametrlari bilan izohlanadi.

Egri chiziqning pastki qismini ajratuvchi nuqta mavjud emas (bu nuqta absolyut 0 bo'lishi mumkin): suyuqlik o'zining suyuqlanish nuqtasidan pastda sovutilgan holda bo'lishi mumkin va sovutilgan suyuqlik bug'ining bosim egri chizig'i umumiy bug'lanish egri chizig'ining bir qismi hisoblanadi.

Qattiq modda va uni bug'ining monovariant muvozanatini grafik ifodalovchi sublimatsiya yoki qattiq moddaning bug'i bosimining egri chizig'i bug'lanish egri chizig'i bilan o'xshash bo'ladi. Pastki qismidan nazariy jixatdan u absolyut nol bilan chegaralangan, yuqorisidan esa – suyuqlanish nuqtasi bilan, chunki zamonaviy qarashlarga ko'ra qattiq moddani uning suyuqlanish nuqtasidan yuqorigacha qizdirib yuborish mumkin emas. Agar qattiq moddaning bug' bosimi atrofdagi atmosfera bosimidan ortiq bo'lsa, u

holda modda sublimatsiyalanadi ya'ni suyuqlanma holiga utmay uchadi.

Ma'lumki, bir xil haroratda sublimatsiya egri chizig'i bug'lanish egri chizig'iga nisbatan kattaroq burchak koeffitsientiga ega bo'lishi kerak. Ikkala jarayon uchun (3.1) shakldagi Klauzius-Klapeyron tenglamasidan dp/dT kattalikni aniqlaymiz:

$$\text{Bug'lanish uchun} \quad \left(\frac{dp}{dT}\right)_{\text{bug'lanish}} = \frac{\lambda}{T(\Delta v)_{\text{bug'lanish}}} \quad (3.6)$$

$$\text{Sublimatsiya uchun} \quad \left(\frac{dp}{dT}\right)_{\text{sublimatsiya}} = \frac{\sigma}{T(\Delta v)_{\text{sublimatsiya}}} \quad (3.7)$$

bu yerda l - yashirin bug'lanish issiqligi va s - sublimatsiya issiqligi.

Bir xil haroratda bu formulalardagi dp/dT ning qiymati, qayerda surat katta bo'lsa, katta bo'ladi, chunki $(\Delta v)_{\text{bug'lanish}}$ va $(\Delta v)_{\text{sublimatsiya}}$ gaz faza hajmi v_g ga taxminan teng bo'ladi. Lekin yashirin sublimatsiya issiqligi s yashirin suyuqlanish issiqligi r va bug'lanish issiqligi l^* ning yig'indisigateng:

$$s = r + l \quad (3.8)$$

r kattaligini, l ga nisbatan nazarga olmay bo'lmaydi (suv uchun masalan mollardagi yashirin bug'lanish issiqligi 9702 kal/mol, yashirin suyuqlanish issiqligi esa 1440 kal/mol); demak, s kattaligi l dan ancha katta, shuning uchun (3.6) va (3.7) formulalaridan

$$\left(\frac{dp}{dT}\right)_{\text{sublimatsiya}} > \left(\frac{dp}{dT}\right)_{\text{bug'lanish}} \quad 3.9$$

dp/dT kattaligi bug'lanish va sublimatsiya egri chizig'ining burchak koeffitsienti, bundan, bir xil haroratda sublimatsiya egri chizig'i bug'lanish egri chizig'iga nisbatan ancha keskin o'tadi. Bug'lanish va sublimatsiya egri chiziqlari suyuqlanish nuqtasida kesishadi, chunki bu nuqtada suyuqlik bug'i bosimi qattiq moddaning bug' bosimiga teng bo'lishi lozim. Aslida bu haroratda suyuq va qattiq faza o'zaro muvozanatda buladi.

Agar bitta moddaning ikki fazasi o'zaro muvozanatda bo'lsa, u holda, ular bir xil bug' bosimiga ega bo'lishi kerak. Buni isbotlash uchun ikkala fazani bir-biridan ajratib, ularni vakuumga joylashtiramiz, ma'lum vaqtdan keyin u olingan modda bug'i bilan to'ladi. Agar bu ikki fazaning bug' bosimi bir xil bo'lmaganda, bug' bosimi katta faza bug'i unga nisbatan to'yinganroq bo'lguncha bug'lanadi, lekin bunda u boshqa fazaga

nisbatan to'yingan bo'lib, unda kondensatsiyalanadi. Bunda bug' bosimi pasayadi. Birinchi faza bug'lanishda davom etadi: bu jarayon birinchi faza to'liq bug'lanib bo'lguncha va biz ikkinchi va unga nisbatan to'yingan bug'dan iborat sistemaga ega bo'lgunimizgacha davom etadi. Lekin u holda ikki faza muvozanati to'g'risida gapirib bo'lmaydi. Chunki fazalardan biri o'zicha (tashqi ta'sirlarsiz) boshqa fazaga o'tsa, bu ikki faza muvozanatda turmaydi. Demak, agar bir xil moddaning ikki fazasi o'zaro muvozanatda tursa, ular albatda bir xil bug' bosimiga ega bo'lishi kerak. Keltirilgan xulosadan, shuningdek, barqarorroq faza kichikroq bug' bosimiga ega bo'lishi kelib chiqadi. Turli fazalar barqarorlik kriteriysi faqat bir komponentli sistemalarda qo'llaniladi. Ikki va ko'p komponentli sistemalarda bunday munosabatlar murakkabroq.

Suyuqlanish nuqtasida qattiq va suyuq fazalar muvozanatda turadi va shuning uchun ular barqaror va bir xil bug' bosimiga ega, ya'ni xolat diagrammasida sublimatsiya va bug'lanish egri chiziqlari suyuqlanish haroratiga javob beruvchi nuqtada kesishadi lekin bundan tashkari, yuqorida aytib o'tganimizdek, birinchi egri chiziq ikkiichisiga nisbatan keskin ko'tariladi.

3.1-rasmda AC bug'lanish egri chizig'i; AB sublimatsiya egri chizig'i; C>A kuchli sovutilgan suyuqlikning bug'lanish egri chizig'i. By egri chizig'i AC egri chizig'iniig A nuqtasi davomi bo'lib, u yerda sublimatsiya egri chizig'i AB bilan kesishadi. AC' ning bir qismi AB dan yuqoriroqda yotadi, chunki bir xil haroratda sovutilgan suyuqlikning bug' bosimi qattiq moddanikidan yuqori bo'ladi; shuning uchun bir xil haroratda olingan qattiq fazadan ko'ra sovutilgan suyuqlik berqarordir.

3.5. Le-Shatele printsiipi va uning qo'llanilishi.

A nuqtadan chiquvchi AD egri chizig'i suyuqlanish harorati va bosim o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalaydi. Suyuqlanish nuqtasiga bosimning ta'siri umuman katta emas. Bosim 1atm ga o'zgargandagi muzning suyuqlanish xaroratini (3.1) Klauzius-Klapeyron tenglamasini qo'llab topamiz. Undan dT/dP ni aniqlaymiz:

$$\frac{dT}{dP} = \frac{T\Delta v}{\rho} \quad (3.10)$$

Bu yerda, r -yashirin suyuqlanish issiqligi bizning holda $T=273^{\circ}\text{C}$ $\Delta v=v_{\text{suyuq}}-v_{\text{qat.}}=-0,091$ (chunki suv va muzning 0°C dagi solishtirma hajmlari mos ravishda 1,000 va 1,091) va $r=80$ kal/g. Bu qiymatlarni (3.10) formulaga qo'yib

$$\frac{dT}{dp} = \frac{273 \cdot (-0.091)}{80 \cdot 41.3} \text{ grad/atm ega bo'lamiz.}$$

Maxrajda biz 80 ni 41,3 ga ko'paytirib, kalloriyadan atm sm³ ga o'tamiz. Demak, suv uchun bosim 1 atm ga oshirilganda, suyuqlanish harorati $0,0075^{\circ}\text{C}$ ga pasayadi.

Yana bir necha misollar keltiramiz. Bosim 1 atm ga oshirilganda benzol uchun- $0,0285^{\circ}\text{C}$, kaliy uchun- $0,0033^{\circ}\text{C}$, qo'rg'oshin uchun- $0,0083^{\circ}\text{C}$, uretan uchun- $0,011^{\circ}\text{C}$ ga suyuqlanish harorati ortadi, vismut uchun- $0,0036^{\circ}\text{C}$ ga pasayadi. Misollardan ko'rinib turibdiki, suyuqlanish haroratiga bosimning ta'siri katta emas, shuning uchun AD egri chizig'i (3.1-rasm) yetarli yuqori bosimlargacha ham deyarli to'g'ri chiziq bo'lib, bosim o'qiga paralel joylashgan. SHuningdek, bir xil hollarda bosim ortganda suyuqlanish nuqtasi pasayadi (suv, vismut), boshqa hollarda ortadi (benzol, kalay, qo'rgoshin va x.z.). Bularni inobatga olgan holda, moddalarning bosimi ortganda, suyuqlanish nuqtasi ham ortadigan oltingugurt tipidagi moddalarga bo'linadi. Ikkinchi tipga nihoyat darajada ko'p moddalar talluqli.

Bosim ortishida suyuqlanish nuqtasining ortishi yoki pasayishi $\Delta v=v_{\text{suyuq}}-v_{\text{qat.}}$ belgisi bilan aniqlanadi, chunki (3.10) formulada T va r doim musbat, shuning uchun, agar suyuqlanishda hajm kamaysa (suv tipi), dT/dp qiymat musbat va bosim ortganda suyuqlanish nuqtasi pasayadi, suyuqlanishda hajm ortsa (oltingugurt tipi), dT/dp qiymat musbat va bosim ortishida suyuqlanish nuqtasi ortadi. Ko'rsatilgan qonuniylikni Le-Chatel'ye printsipidan keltirib chiqarish mumkin.

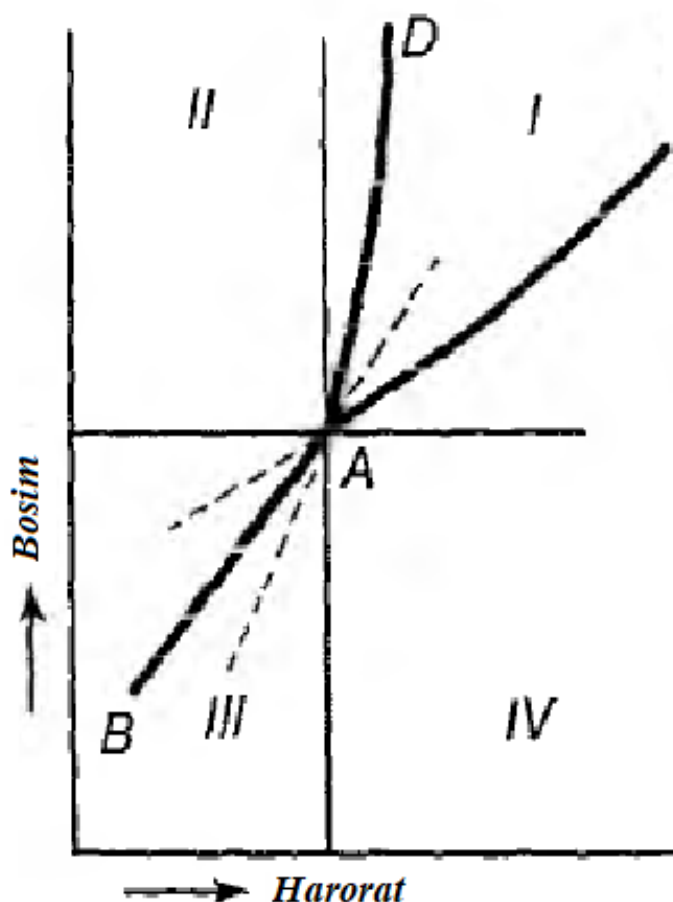
Bu printsipga binoan, muvozanatdagi sistemaga muvozanatni buzadigan tashqi ta'sir berilsa, u holda yangi muvozanatga o'tish ko'rsatilgan ta'sirga qarama-qarshi jarayon hisobiga yuzaga keladi. Bu printsipga binoan, muvozanatdagi sistema haroratining ortishi issiqlik yutilishi bilan boruvchi jarayonni yuzaga keltiradi va aksincha, haroratning pasayishi issiqlik ajralishi bilan boradigan jarayonni keltirib chiqaradi.

Bosim ortganda hajm kamayishi bilan bog'liq jarayon borishi kerak, bosim

kamayganda esa hajmning ortishi bilan bog'liq, jarayon boradi. Agar 0°C dagi suv va muzdan iborat sistemani olib, bosimni oshirsak, u holda hajmning kamayishi bilan bog'liq, jarayon borishi kerak, chunki muzning solishtirma hajmi suvnikidan katta; muz erishining oldini olish (bartaraf etish) uchun haroratni pasaytirish lozim. Bunda suv uchun bosim ortganda suyuqlanish nuqtasi pasayadi. Oltingugurt tipidagi moddalar uchun aksincha munosabat o'rinli.

AD suyuqlanish egri chizig'i (rasm 3.1 va 3.2) ni ko'rib chiqishga qaytamiz. Agar dT/dp musbat (oltingugurt tipi 3.4-rasm) bo'lsa, u holda AD suyuqlanish egri chizig'i bosim o'qiga yaqinlashadi.

Umuman olganda, suyuqlanish egri chizig'i vertikal to'g'ri chiziqqa yaqin bo'lishi kerak, chunki suyuqlanish nuqtasiga bosimning ta'siri katta emas.



3.4-rasm. Bir variantli, oltingugurt tipidagi moddalarning muvozanat holat diagrammasi

Diagramma ko'rgazmaliligi uchun suyuqlanish egri chizig'ini ko'proq og'dirdirish va kattaroq egrilik berilishi kerak.

3.6. Uchlamchi nuqta va holat diagrammasining maydonlari.

Bug'lanish, sublimatsiya va suyuqlanish chiziqlari qattiq-suyuqlik-bug', uch fazali sistemaning nolvariant muvozanatini grafik pfodalovchi uchlamchi A nuqtada kesishadi. Bu uch faza harorat va bosimning muayyan qiymatlarida muvozanatda turishi mumkin. Xususan, suv uchun bu qiymatlar quyidagicha: harorat $+0,0076^{\circ}\text{C}$, bosim $4,579\text{mm Hg}$. Uchlamchi nuqtada kesishuvchi monovariant muvozanat chiziqlari shunday joylashganki, biron egri chiziq muvozanat nuqtasidan orqaga o'tkazilsa u albatta ikkita boshqa chiziqlar orasidan o'tadi: 3.2-rasm uzik chiziqlar bilan suv tipi uchun egri chiziqlarning bo'lishi mumkin joylashuvi ko'rsatilgan, 3.1-rasmda esa oltingugurt tipidagi moddalar uchun berilgan. Suv tipidagi moddalar uchun bu (holat) joylashuvni isbotlash oson. Bizga ma'lumki, uchlamchi nuqta atrofida $(dT/dp)_{\text{subl}} > (dT/dp)_{\text{bug'1}}$ bo'lgani uchun sublimatsiya egri chizig'i ularning kesishishi yaqinida bug'lanish egri chizig'iga nisbatan tikka o'tgan A nuqta (rasm 3.2) orqali gorizonta va vertikal chiziqlarni o'tkazamiz. Bu to'g'ri chiziqlar A nuqta atrofida maydoni I, II, III va IV kvadratlarda bo'ladi. $(dT/dp)_{\text{subl}}$ va $(dT/dp)_{\text{bug'1}}$ kattaliklarning musbatligini isbotlash oson. Xaqiqatan (3.1) Klauzius-Klapeyron tenglamasidan $dT/dp = q/T\Delta v$ ga ega bo'lamiz.

Sublimatsiya yoki bug'lanish holida bu tenglamaning o'ng tomoniga tegishli barcha kattaliklar musbatdir. Dsmak, dT/dp ham musbat bo'lib, bu sublimatsiya va bug'lanish chiziqlari va ularning uchlamchi nuqtadan keyingi davomini birinchi va uchinchi kvadratlaridan o'tishini bildiradi. Suv tipidagi moddalar uchun suyuqlanish chizig'i ikkinchi kvadratdan, uning davomi to'rtinchi kvadratdan o'tadi, hamma chiziqlar 3.2-rasmda ko'rsatilganidek joylashgan bo'ladi.

Bunday joylashuvni oltingugurt tipidagi moddalar uchun isbotlash birmuncha mushkulroq (rasm 3.4). Quyidagi belgilarni kiritamiz: indeks 1 gaz uchun, 2 suyuqlik uchun, 3 qattiq modda uchun. Solishtirma hajmlarni mos ravishda: v_1 gaz uchun, suyuqlik uchun v_2 va v_3 qattiq modda uchun belgilaymiz:

q_{12} - bug'lanishning yashirin issiqligi; q_{13} sublimatsiyaning yashirin issiqligi ; q_{23} - suyuqlanish yashirin issiqligi.

(3.8) tenglikni qaytadan yozamiz: $q_{13} = q_{12} + q_{23}$ (3.11)

q uchun qiymatini Klauzius- Klapayron tenglamasidan olamiz:

$$q_{13} = T \left(\frac{dp}{dT} \right)_{13} \Delta v_{13},$$

$$q_{12} = T \left(\frac{dp}{dT} \right)_{12} \Delta v_{12}$$

$$q_{23} = T \left(\frac{dp}{dT} \right)_{23} \Delta v_{23}$$

Bu tengliklardagi dT/dp ning indeksleri yuqorida aytilganidek: 13-sublimatsiya, 12- bug'lanish, 23- suyuqlanish qiymatlariga to'g'ri keladi.

Bu qiymatlarni (3.11) formulaga qo'yib:

$$T \left(\frac{dp}{dT} \right)_{13} \Delta v_{13} = T \left(\frac{dp}{dT} \right)_{12} \Delta v_{12} + T \left(\frac{dp}{dT} \right)_{23} \Delta v_{23} \quad \text{ga ega bo'lamiz.}$$

Uni T ga qisqartirib, Δv_{13} ga bo'lamiz:

$$\left(\frac{dp}{dT} \right)_{12} \frac{\Delta v_{12}}{\Delta v_{13}} + \left(\frac{dp}{dT} \right)_{23} \frac{\Delta v_{23}}{\Delta v_{13}} = \left(\frac{dp}{dT} \right)_{23} \quad (3.12)$$

Δv uchun kengaytirilgan qiymatlarni yozamiz:

$$\Delta v_{12} = v_1 - v_2, \quad \Delta v_{23} = v_2 - v_3, \quad \Delta v_{13} = v_1 - v_3.$$

Bu tenglamalardan birinchi va ikkiichisini qo'shamiz:

$$\Delta v_{12} + \Delta v_{23} = v_1 - v_3 = \Delta v_{13} \quad (3.13)$$

Uni Δv_{13} ga bo'lib, $(\Delta v_{12}/\Delta v_{13}) + (\Delta v_{23}/\Delta v_{13}) = 1$ ga ega bo'lamiz (3.14)

(3.12) va (3.14) tenglamalarda $\Delta v_{12}/\Delta v_{13}$ va $\Delta v_{23}/\Delta v_{13}$ ni no'malum deb, ularning ikkiichisini aniqlaymiz:

$$\frac{\Delta v_{23}}{\Delta v_{13}} = \frac{\left(\frac{dp}{dT} \right)_{13} - \left(\frac{dp}{dT} \right)_{12}}{\left(\frac{dp}{dT} \right)_{23} - \left(\frac{dp}{dT} \right)_{12}} \quad (3.15)$$

Ma'lumki, Δv_3 doim Δv_{23} dan katta (sublimatsiyalarda suyuqlanishga nisbatan ko'proq hajm kengayishi kuzatiladi) va bundan tashqari oltingugurt tipidagi moddalar

uchun $\Delta v_{23} > 0$ (Δv_{13} esa doim noldan katta), u holda $0 < \frac{\Delta v_{23}}{\Delta v_{13}} < 1$

$$0 < \frac{\left(\frac{dp}{dT}\right)_{13} - \left(\frac{dp}{dT}\right)_{12}}{\left(\frac{dp}{dT}\right)_{23} - \left(\frac{dp}{dT}\right)_{12}} < 1$$

Demak, (3.16)

(3.19) formulaga ko'ra $(dp/dT)_{13} > (dp/dT)_{12}$, (3.17)

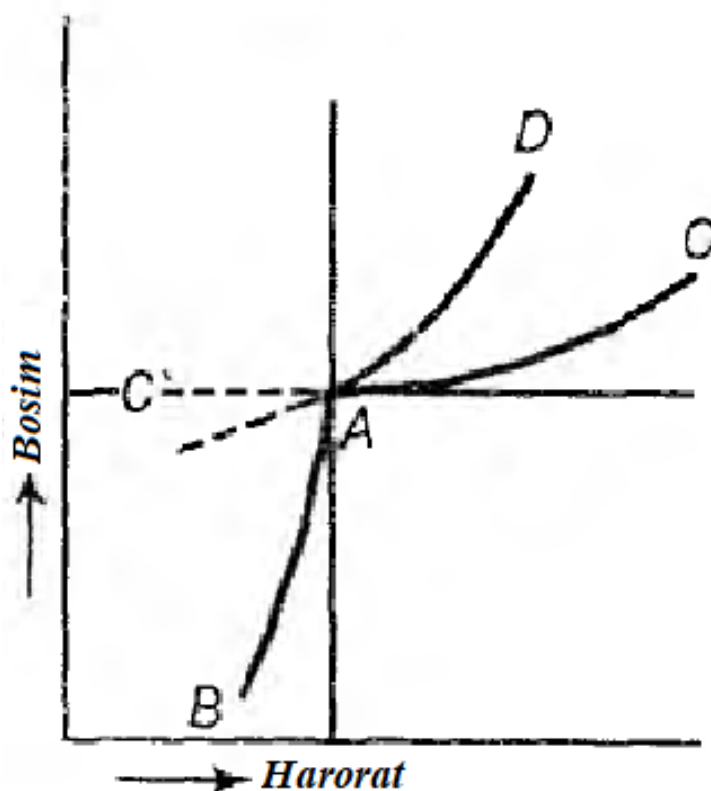
$(dp/dT)_{13} - (dp/dT)_{12} > 0$, (3.16) tenglikdan $(dp/dT)_{13} - (dp/dT)_{12} < (dp/dT)_{23} - (dp/dT)_{12}$.

Tengsizlikning ikkala qismidagi bir xil qiymatlarni tashlab,

$(dp/dT)_{13} < (dp/dT)_{23}$ (3.18) tengsizlikni hosil qilamiz.

(3.17) va (3.18) formulalarini birlashtirib $(dp/dT)_{23} > (dp/dT)_{13} > (dp/dT)_{12}$ (3.19) ga ega bo'lamiz.

3.5-rasm va (3.19) tengsizliklardan ko'rinib turibdiki, oltingugurt tipidagi moddalarda uchlamchi nuqtada eng katta burchak koeffitsientiga suyuqlanish egri chizig'i ega, eng kichigi esa - bug'lanish egri chizig'i ega, demak bu sohada suyuqlanish egri chizig'i bug'lanish egri chizig'i nisbatan kesib o'tgan.



3.5-rasm. Monovariant muvozanat egri chiziqlarining mumkin bo'lmagan joylashuvlari diagrammasi.

Bu holda barcha hosilalar musbat bo'lgani sababli, aniq monovariant o'zgarishlarning egri chiziqlari I va II kvadratlardan o'tadi. Mumkin bo'lmagan monovariant muvozanat egri chiziqlarning joylashuvi ko'rsatilgan: suyuqlanish egri chizig'i AD sublimatsiya chizig'i AB bug'lanish chizig'i AC orasidan o'tmasdan, sublimatsiya chizig'i AB va AC bug'lanish egri chizig'ining uchlamchi nuqtadan o'tgandagi qismining orasidan o'tadi.

Holat diagrammasining maydonlari. Monovariant muvozanat chiziqlari orasidagi maydonlar (3.1., 3.2. va 3.4 rasmlardagi BAC, CAD va BAD maydonlari) divariant muvozanat soxalarini namoyon etadi, ya'ni aloxdda fazalar maydoni, xususan BAC -bug' maydoni, CAD -suyug'lik va BAD -qattiq faza maydoni. Quyidagi sistemani ko'rib chiqaylik, undagi figurativ nukta F (rasm 3.1.) bug'lanish egri chizig'ida yotadi, bu bizning sistemamiz ikki faza-suyuqlik va bug'dan iboratligidan dalolat beradi. Agar biz bosimni o'zgartirmagan holda, haroratni oshirsak, to'yingan bug'ga ega bo'lamiz; bunda sistemaning figurativ nuqtasi gorizontal to'g'ri chizig'i buyicha o'ngga CAB maydonda yotuvchi H nuqttagacha siljiydi, demak- H nuqta to'yingan bug'ni ifodalaydi. Xuddi shu yo'sinda, dastlabki sistema (F) da haroratni pasaytirib, ya'ni bosim o'zgarmaganda, biz suyuqlik maydonida yotuvchi N' nuktaga kelamiz.

Uzluksizlik printsipti xasida tushuncha. Uzluksizlik printsipti quyidagicha ifodalanishi mumkin: sistema holatini aniqlovchi parametrlarning uzluksiz o'zgarishi natijasida, uni fazalarining alohida xossalari uzluksiz o'zgaradi. Butun bir olingan sistema xossalari ham uzluksiz o'zgaradi, faqat yangi fazalar hosil bo'lmasligi va eskilarining yo'qolib ketmaslik sharti bilan; agar fazalar soni o'zgarsa, u xolda sitema hossalari ham odatda sakrash bilan o'zgaradi.

Izotermik va izobarik jarayonlar. Holat diagrammasidagi grafik chiziqlardan foydalanib, oltingugurt tipidagi moddadan tashkil topgan bir komponentli sistema izotermik jarayonlarini kurib chiqaylik (3.1- rasm). Sistemaning holati figurativ nuqta I bilan ifodalangan bo'lsin, bu nuqta bug'ga o'tishi tufayli bizning sistemamiz bitta gazsimon fazadan iborat. Doimiy haroratda sistema hajmini kamaytiramiz. Avval bosim ortadi va sistemaning figurativ nuqtasi yuqoriga vertikal to'g'ri chiziq bo'ylab

harakatlanadi. Bu nuqta bug'lanish egri chizig'i I ga yetganda, hajmning kamayishi natijasida bosimning ortishi to'xtaydi. Chunki bunda bug'ning kondensatsiyalanishi boshlanadi; endi sistema ikki fazali (suyuqlik va bug') bo'lib, bug'ning to'lik kondensatsiyalanishigacha shundayligicha qoladi, so'ngra hajmning kamayishi bosimning yanada oshishini keltirib chiqaradi. Agar figurativ nuqta bilan ifodalanadigan sistemani olsak, u holda, jarayonning borishi yuqorida aytilgan holat bilan o'xshash bo'ladi, lekin kondensatsiya va bosimning ortishidan so'ng davom etayotgan hajmning kamayishida figurativ nuqta III ga keladi, Bu yerda qotish jarayoni boshlanadi, barcha suyuqlik qotgunicha va biz bitta qattiq fazaga ega bo'lgunimizga qadar, hajmning kamayishiga qaramay, bosim doimiylikicha qoladi. Hajmning keyingi kamayishi bosimning ortishiga olib keladi.

Agar IV figurativ nuqtada ifodalangan sistemani olsak, A (II) uchlamchi nuqtaga yetganda, bug'ning qattiq va suyuq fazaga kondensatsiyalanishi boshlanadi va sistema uch fazali bo'ladi. Davom etayotgan hajmning kamayishida barcha bug' kondensatsiyalanguncha bosim o'zgarmas bo'ladi. Lekin, parallel ravishda bug'ning kondensatsiyalanishi va undan suyuqlik hamda qattiq fazaning hosil bo'lishida suyuqlikning qotishi shunday sodir bo'ladiki, unda gazning oxirgi qismlari kondensatsiyasida suyuqlikning oxirgi tomchilari ham qotadi va birgina qattiq faza qoladi. So'ngra, keyingi hajmning kamayishida, bosim yana ortib boradi.

Endi oltingugurt tipidagi moddadan iborat bir komponentli sistemadagi izobarik jarayonlarni ko'rib chiqamiz. (3.1-rasm ustki qismi). Figurativ nuqtasi I bilan belgilangan (bitta gazsimon faza) sistema holatini olaylik. Uni izobarik sovutamiz, ya'ni bosim o'zgarmas bo'lganda sistema issiqligini olamiz; bunda figurativ nuqta chapga I, I', I'', I''' gorizontall chiziqlar bo'yicha siljiydi. U bug'lanish egri chizig'i AC ga yetganda, ya'ni uning holati I' nuqtaga mos bo'lsa, bug'ning kondensatsiyalanishi boshlanadi va sistema ikki fazali (suyuqlik va bug') bo'ladi; kondensatsiya davom etayotganda harorat o'zgarmaydi va figurativ nuqta o'zining I' holatini o'zgartirmaydi. Hamma bug' kondensatsiyalanib, sistema faqat suyuq fazadan iborat bo'lgandagina, harorat pasayishni boshlaydi va figurativ nuqta chapga I'' tomon harakatlanadi.

Tayanch soʻzlar va iboralar:

Sistema, gomogen sistema, geterogen sistema, faza, omil, harorat, konsentrasiya, komponent, komponentlar soni, erkinlik darajasi, fazalar qoidasi, monovariant, bivariant, holat diagramma, muvozanat holat, jarayon, diagramma, suyuqlanish.

Nazorat savollari:

1. Fizik-kimyoviy tahlilning vazifasi nimadan iborat?
2. Fizik-kimyoviy tahlilning asosiy tushunchalari nimalar?
3. Sistema holatini omili qanday kattalik?
4. Muvazanatda turgan sistema nimalar bilan xarakterlanadi?
5. Komponentlar soni deb nimaga aytiladi?
6. Erkinlik darajalar soni deb nimaga aytiladi?
7. Fazalar qoidasi.
8. Geterogen sistemalar necha sinfga boʻlinadi?
9. Bir, ikki va uch komponentli sistemalar misollar keltiring.
10. Sistema tarkibini ifodalashning qanday usullari bor?

4- mavzu. IKKI KOMPONENTLI SISTEMALAR.

Oʻquv moduli birliklari:

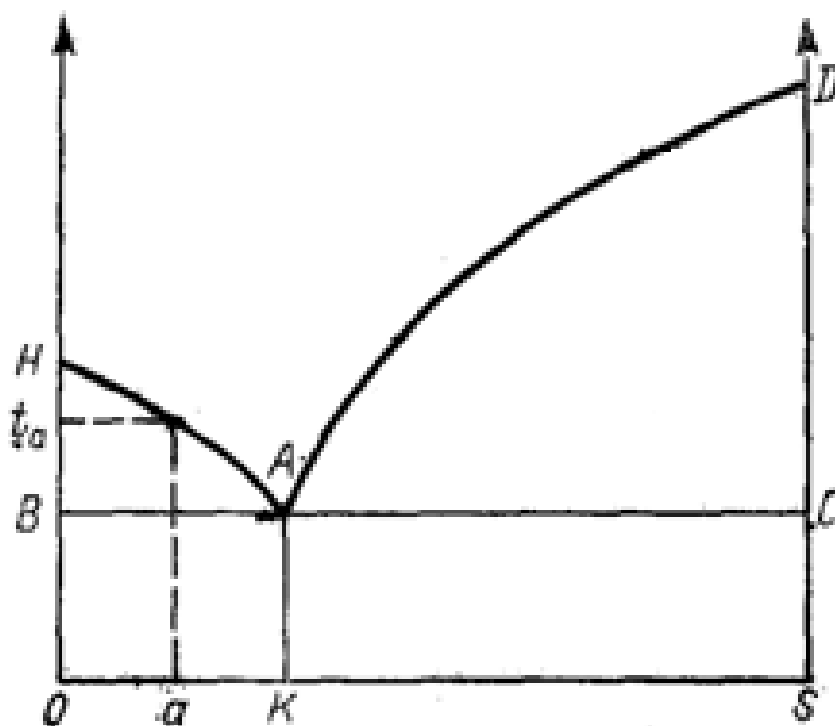
- 4.1. Ikki komponentli sistemalar.
- 4.2. Eritmani izotermik bugʻlatish va sovitish.
- 4.3. Birlashtiruvchi toʻgʻri chiziq va richag qoidalari.

4.1. Ikki komponentli sistemalar.

Ikki komponentli sistemalarning xolat diagrammasi konsentrasiya, harorat va bosimdan iborat uchta koordinatli fazoviy shakldir.

Amalda sodda konsentrasiya va haroratni ifodalovchi ortogonal proyeksiya ishlatiladi. Shuning uchun bular ortobar – diagramma ham deyiladi (izobar - bir xil

bosim). Bu diagrammada (4.1-rasm) suvsiz kristallanuvchi suv-tuz sistemasi ifodalangan. Ko'pgina bunday diagrammalar, eruvchanlikni haroratga bog'liqligini ifodalaganligi uchun politermik diagrammalar deyiladi.



4.1-rasm. Suvsiz kristallanuvchi tuzlarning eruvchanlik diagrammasi.

Diagrammada sistemaning harorati va tarkibini ko'rsatgan nuqta figurativ nuqta deyiladi. H nuqta toza suvni (kristallanish) muzlash haroratini (sistemada tuz miqdori O nuqtada 0%). D nuqta toza tuzni suyuqlanish harorati. S nuqtada sistema 100% tuzdan iborat. Suvga tuzni yoki tuzga suvni qo'shib borishimiz bilan ularning suyuqlanishiga mos keluvchi harorat kamaya boradi. Muvozanat egri chiziqlari eritma - muz (HA egri chizig'i), eritma - tuz (DA egri chizig'i) H va D nuqtlardan bu nuqtalarga mos keluchi haroratdan pastroq haroratga siljiydi. Masalan, a tarkibli sistemada toza suvning muzlashidan pastroq t_a haroratida muz hosil bo'ladi.

HA chiziq muz bilan to'yingan eritma, AD esa tuz bilan to'yingan eritma tarkibini ko'rsatuvchi figurativ nuqtalardan iborat. HA muzning suyuqlanish **egri chizig'i**, AD esa tuzning erish **egri chizig'i** deyiladi. Bu egri chiziq kesishgan A nuqtada eritma ikkala qattiq faza bilan ham to'yingan bo'ladi, buni **evtektik nuqta** deyiladi. Bu nuqtaga mos keluvchi B harorat va K tarkibga mos holda evtektik **harorat va tarkib** deyiladi. Evtektik

haroratdan bir oz pasaysa butun sistema qattiq fazaga aylanadi va buni **evtektik aralashma deyiladi**.

BAC – chizig‘i **solidus (qattiqlik) chizig‘i deyiladi**. Bu haroratdan pastda muvozanatda turgan sistemada suyuq faza mavjud bo‘lmaydi.

HA-egri chiziq tarkib o‘zgarishi bilan eritmadan O moddaning kristallga tushish harorati o‘zgarishini ko‘rsatadi, bu chiziq bo‘ylab eritma O modda kristallari bilan muvozanatda bo‘ladi.

AD chizig‘i yuqoridagi holatni S moddaga nisbatan ko‘rsatadi.

HAD- egri chizig‘ini **likvidus chizig‘i deyiladi** (likvidus suyuqlik deganidir). Likvidus chizig‘idan yuqorida tuzlarning tuyinmagan eritmasi bo‘ladi.

HAB sohasida O modda kristallari bilan tuyingan eritma muvozanatda bo‘ladi. Bu soha O moddaning (muzning) kristallanish sohasi deyiladi.

ACD- S moddaning kristallanish sohasi deyiladi. OBCS- ikki qattiq fazaning aralashmasi –(S) tuz va (O) muz.

HAB (va shuningdek ACD) sohalarning turli joylarida figurativ nuqtada eritma miqdorining qattiq moddalar miqdoriga nisbati va suyuq faza tarkibi turlicha bo‘ladi (4.1-rasm). Masalan, m_1 m_2 m_3 chizig‘iga joylashgan figurativ nuqtalar bo‘ylab yuqoriga ko‘tarilgan sari (harorat oshsa) suyuq faza ko‘payib, S modda kristallari kamayadi. Ikki fazali (geterogen) bu sohalarda suyuq va qattiq fazalarning massasi orasidagi nisbat va suyuq qotishma tarkibi richag qoidasi asosida topiladi.

Sistemani erkinlik darajasini aniqlashda, sistemada suv ham ishtirok etganligi uchun bug‘ fazani ham hisobga olamiz. HAD sohada sistema 2 komponentdan va 2 xil fazadan iborat. Eritma bug‘dan iborat bo‘lgani uchun erkinlik darajasi ikkiga teng ($F=K+2-\Phi=2+2-2=2$). Di variantli. ACD va ABH sohalarda sistema uchta fazadan (bug‘, to‘yingan eritma va bitta qattiq faza) iborat bo‘lgan uchun bir variantli (mono variantli). ($F=K+2-\Phi=2+2-3=1$) OBCS soha ham uch fazadan (ikki xil qattiq faza va bug‘) iborat bo‘lgani uchun mono variantli bo‘ladi.

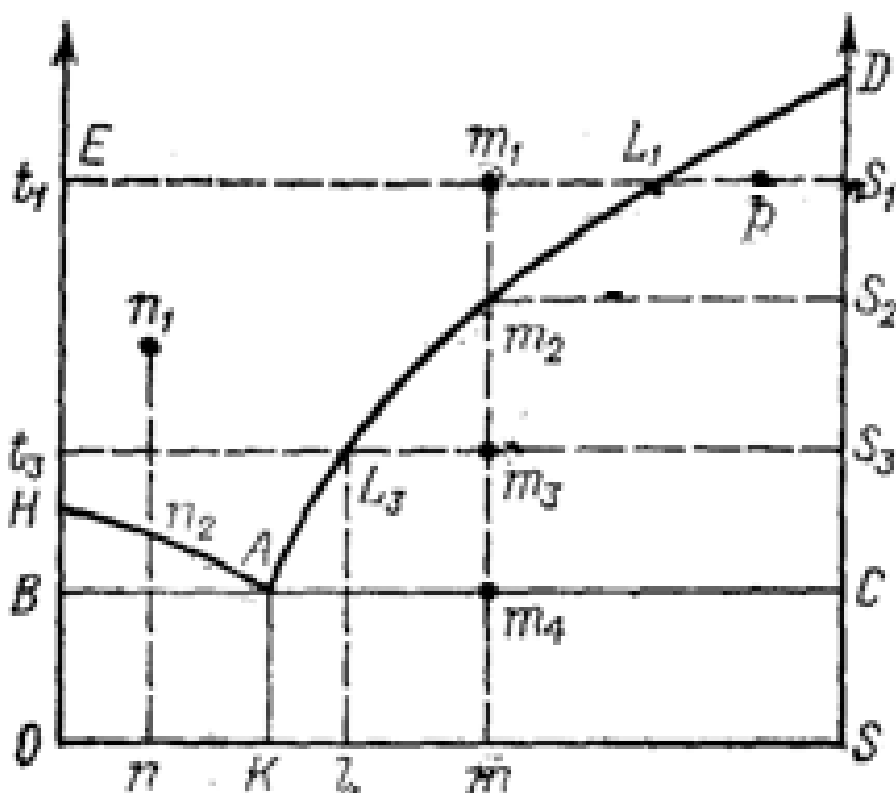
Mono variant hollarida omillardan (harorat, konsentrasiya, yoki bug‘ bosimi) faqat bittasini o‘zgartirish mumkin. Bu o‘zgartirish xam ma’lum bir sistemadagi fazalar sonini

va ularni sifat tarkibini o'zgartirmaydigan oraliqda bo'ladi.

A evtektik nuqta invariant bo'lib, bu yerda to'rtta faza muvozanatda bo'ladi – bug', eritma va ikki qattiq faza (muz va tuz). Shuning uchun $F=K+2-\Phi=2+2-4=0$. Agarda parametrlardan biri o'zgartirilsa, masalan, harorat, bitta faza yo'qoladi; harorat kamaysa - suyuqlik, ko'tarilsa-qattiq fazalarning biri yo'qoladi.

4.2. Eritmani izotermik bug'latish va sovitish

Sistemada m % tuz erigan, eritma xarorati t_1 . Sistemaning figurativ nuqtasi m_1 , eruvchanlik chizig'i AD dan yuqorida joylashgan, eritma o'ta to'yinmagandir (4.2-rasm).



4.2-rasm. Sistemani sovitish va undan suvni izotermik bug'latish.

Suvni izotermik bug'latish natijasida suvning harorati o'zgarmasdan t_1 bo'lib qoladi, sistemaning figurativ nuqtasi esa izoterma bo'ylab yuqori konsentrasiya tomon m_1 dan S gacha siljiydi.

Sistemani erish chizig'ida yotuvchi L_1 nuqtasida eritma tuz bilan to'yinadi, keyingi bug'lanishda esa tuz S_1 nuqta bilan (t_1 haroratdagi 100 % tuz) izohlanuvchi qattiq fazaga ajrala boshlaydi.

Suvni bug‘lanishi davomida haroratni o‘zgarmasligi tufayli to‘yingan eritmani tarkibi ham o‘zgarmay qoladi.

Eritmani figurativ nuqtasi L_1 uning butunlay quriguncha o‘zgarmay qoladi.

Agarda m_1 tarkibi eritmani sovitishni davom ettirsak, u holda figurativ nuqta past harorat tomonga o‘zgaradi, ya’ni pastga. Sovitish davomida sistema m_2 nuqtaga keladi. Bu nuqtada eritma tuyinadi va tuzning kristallanishi boshlanadi. Qattiq fazaning ajralishiga mos keluvchi haroratda S_2 nuqta bilan ifodalanadi. Sovitishni davom ettirsak figurativ nuqta m_2 dan pastga yo‘naladi. Haroratni yanada pasayishi bilan qattiq fazaga tuz ajralib chiqib boshlaydi, eritmaning konsentratsiyasi esa kamayadi. Eritmani tuyinish figurativ nuqtasi eruvchanlik chizig‘i bo‘lib m_2 dan A ga siljiydi. Sistema tarkibiy qismlari figurativ nuqtalari bitta izotermada (t_3) da yotadi: masalan, sistema figurativ nuqta m_3 , eritmaniki L_3 va qattiq fazani figurativ nuqtalari S_3 , t_3 izotermada yotadi.

Qachonki harorat evtektik nuqtaga kelganda sistema figurativ nuqtasi m_4 ga, eritma tarkibi A , qattiq faza tarkibi- C ga teng bo‘ladi.

Yana sovitish davom ettirilsa, B haroratni o‘zida qolgan eritmada tuz va muz bir vaqtning o‘zida kristallanib evtektik aralashma hosil qiladi. Evtektik eritma va evtektik kristallar aralashmasini tarkibi bir xil A . Qattiq xolatga o‘tgan butun sistemaning figurativ nuqtasi C dan m_4 ga siljiydi. Suyuq faza yo‘qolgach, ikki qattiq fazadan tashkil topgan sistemani harorati pasaya boradi, sistemani figurativ nuqtasi m_4 dan m gacha siljiydi. n % tuz eritmasi sovitilganda n_2 ga mos keluvchi haroratda n_1 n chizik AH egri chiziqni kesib o‘tadi va qattiq fazaga muz ajraladi.

4.3. Birlashtiruvchi to‘g‘ri chiziq va richag qoidalari

Ko‘rilgan sistemalar miqdoriy hisob olib borishga imkon beradigan ikkita muxim xossaga ega.

Birinchi qoida birlashtiruvchi tug‘ri chiziq qoidasi: sistema figurativ nuqtasi, va uni ikki tarkibiy qismlari (fazalari)ni figurativ nuqtalari bir to‘g‘ri chiziqda yotadi.

Masalan, (4.2-rasm) sistemani P nuqtasi va bu sistemani tarkibiy qismlari: tuyingan eritma L_1 va qattiq tuz S_1 bitta to‘g‘ri chiziq $L_1 S_1$ da yotadi.

Diagrammani ikkinchi qoidasi-richag qoidasi. Sistemada hosil bo'ladigan ikki tarkibiy qismlar miqdorlari sistema figurativ nuqtasidan tarkibiy qismlar figurativ nuqtasigacha bo'lgan uzunliklarga teskari proporsional. Masalan: m_1 tarkibli sistema izotermik bug'latilsa, qolgan sistema tarkibi P nuqtaga suriladi. Qolgan P sistema og'irligini, bug'langan suv miqdoriga nisbati (P qolgan eritma miqdori / E bo'g'langan H_2O miqdori). E m_1/m_1P nisbati teng.

Qolgan P sistemadagi qattiq faza S_1 ning eritma miqdori L_1 ga nisbati (S_1 qattiq faza miqdori / L_1 eritma miqdori) L_1P/PS_1 ga teng.

Richag qoidasidan sistemaning material balansini chiqarish mumkin. Masalan: m_3 sistema uchun, qattiq faza og'irligini Q_q ; to'yingan eritma og'irligini - $Q_{t.e}$; sistemadagi tuz miqdorini, $-m\%$ - m (absissa o'qida m_3 nuqta): To'yingan eritmadagi tuz miqdorini l , % (absissa o'qidagi L_3 nuqta) harflari bilan belgilab olsak, quyidagi material balans tengligini tuza olamiz:

$$m(Q_{t.e.} + Q_q)/100 = LQ_{t.e.}/100 + Q_q$$

Tenglamaning ikkala tomoni ham sistemadagi tuzning umumiy miqdorini ko'rsatadi. Bu tenglamadan:

$$\frac{Q_{t.e.}}{Q_q} = \frac{100 - m}{m - l}$$

Birlashtiruvchi to'g'ri chiziq qoidasi to'g'ri chiziqli koordinatalarda ifodalangan barcha diagrammalardagi izotermalar uchun o'rinli.

Richag qoidasi (og'irlik markazi) barcha komponentlar yig'indisi doimiy qiymatlarga ega bo'lganda o'rinli hisoblanadi.

Tayanch so'zlar va iboralar:

Figurativ nuqta, evtektik nuqta, evtektik harorat, evtektik aralashma, solidus, likvidus, izotermik bug'latish, birlashtiruvchi to'g'ri chiziq, richag, moddiy tengligi.

Nazorat savollari:

1. Figurativ nuqta deb nimaga aytiladi?

2. Evtektik nuqta (harorat, aralashma) deb nimaga aytiladi?
3. Solidus chizig'i degani nima?
4. Likvidus chizig'i deb nimaga aytiladi?
5. Sistemani likvidus chizig'idan yuqoridagi sistemani erkinlik eruvchanlik darajasi nechaga teng?
6. Sistema evtektik nuqtada necha variantli bo'ladi?
7. Sistemalarda hisob olib borish uchun ikkita muxim xossalari qaysilar?
8. Birlashtiruvchi to'g'ri chiziq qoidasini ayting.
9. Richag qoidasini ayting.

5- mavzu. KONGRUENT BIRIKMA HOSIL QILUVCHI SISTEMA DIAGRAMMASI.

O'quv moduli birliklari:

- 5.1. Kongruent birikma hosil qiluvchi sistema diagrammasi.
- 5.2. To'yingan eritma va kristallogidrat ustidagi to'yingan bug' bosimi.

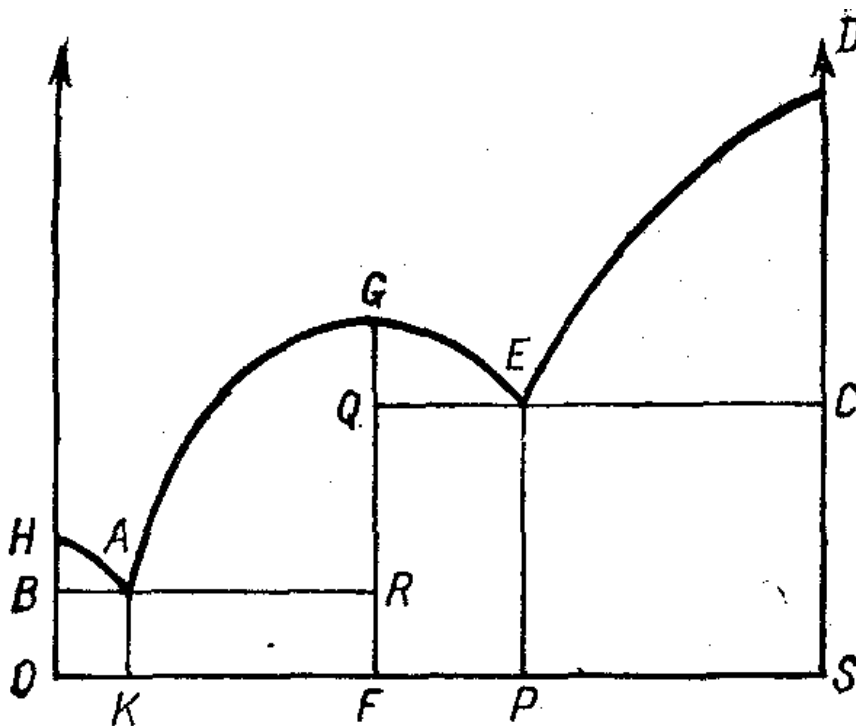
5.1. Kongruent birikma hosil qiluvchi sistema diagrammasi.

Qochonki tuz suv bilan kristallogidrat hosil qilsa, eruvchanlik egri chizig'ida sinish kuzatiladi.

Kristallogidrat – muayyan bir hossani namoyon qiluvchi individual kimyoviy birikmadir. Agarda sistema barqaror kristallogidrat hosil qilsa, o'rganilayotgan diagrammani (ikki diagrammada) kristallogidrat tarkibiga to'g'ri keluvchi G nuqtasidan absissa o'qiga perpendikulyar o'tkazamiz, u holda GF perpendikulyar diagrammani (2 ta rasmga o'xshash) o'xshash ikki qismga ajratadi. Bu diagramma (suv – kristallogidrat) va (kristallogidrat-tuz) moddalar sistemasining oddiy diagrammasini jipslashtirgandek bo'ladi (5.1-rasm).

HA - muz to'yinish chizig'i, AGE- tarkibli kristallogidratning erish egri chizig'i. Shuning uchun AGR va GQE sohalar kristallogidratning kristallanish maydoni. A nuqtada

muz va kristallogidratdan iborat evtektik aralashma, E-nuqtada esa F kristallogidrat va suvsiz S tuzlar aralashmasi kristallanadi. ED - chiziq suvsiz tuzning eruvchanlik egri chizig'i. BR va QC evtektik chiziq tagida joylashgan BOFR va QFSC qismlarda bug' va ikkitadan qattiq fazalar muvozanatda buladi. BOFR soxada muz va kristallogidratda OFSC sohada kristallogidrat va suvsiz tuz.



5.1-rasm. Ochiq maksimumli eruvchanlik egri chizig'i.

Tuz konsentrasiyasi K va F oralig'ida bo'lgan eritma sovitilganda qattiq faza 2a kristallogidrat tushadi. To'yingan eritma konsentrasiyasi egri chiziq bo'ylab A nuqtaga siljiydi. Agarda eritma konsentrasiyasi F va P oralig'ida bo'lib eritma sovitilsa, kristallogidrat ajralishi bilan tuyingan eritma konsentrasiyasi va figurativ nuqta eritma konsentrasiyasi ortish tomonga, ya'ni evtetik E nuqtaga siljiydi.

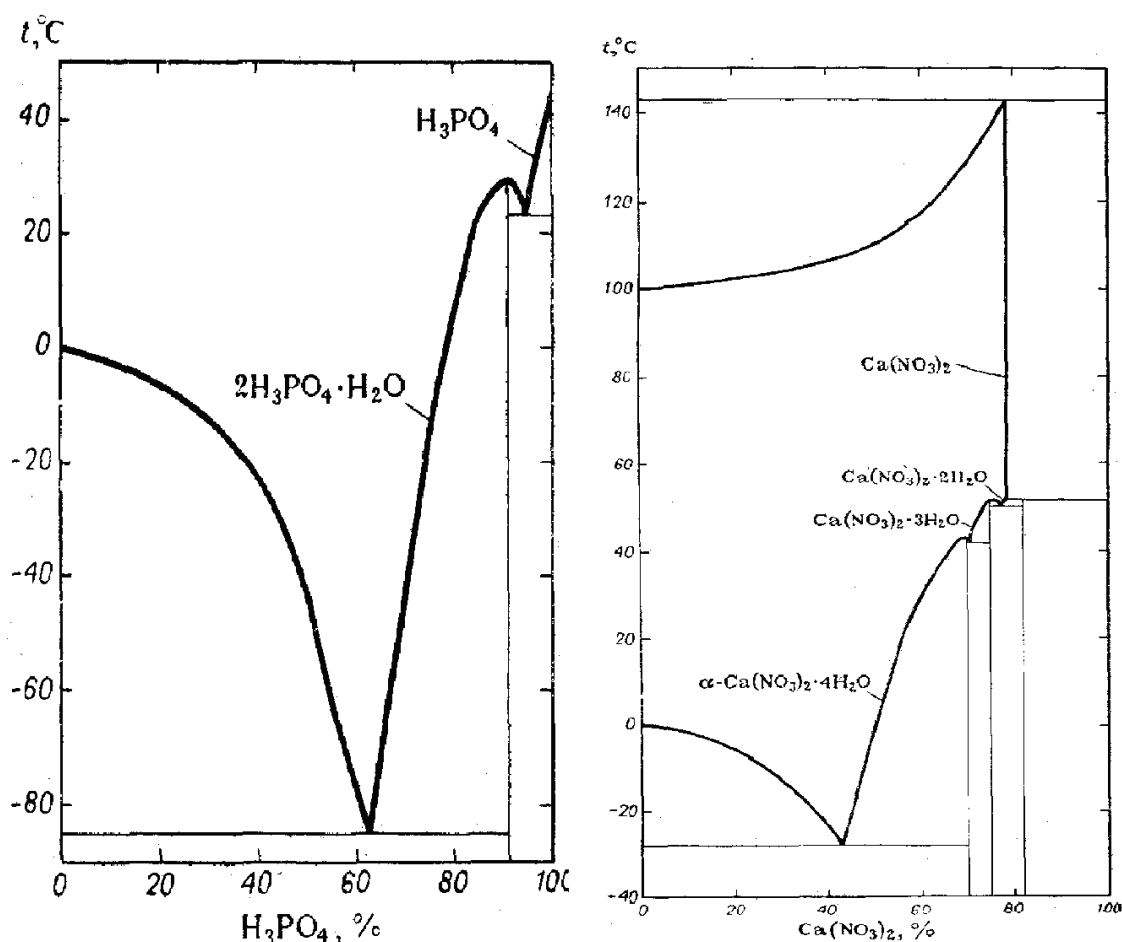
Agarda tuyigan eritmadagi tuz konsentrasiyasi uni kristallogidratidagi tuz konsentrasiyasiga teng bo'lsa, bunday G nuqtaga sovitilsa eritma, to'yinish haroratida kristallogidrat kristallanadi. Bunday eritmani to'liq kristallanguncha uning eritma konsentrasiyasi o'zgarmaydi.

Kristallanish davom etgani bilan figurativ nuqta tarkibi, suyuq va qattiq fazalar tarkibi G nuqtada o'zgarmasdan qoldi.

Sistemada boradigan erish va kristallanish jarayonida muvozanatdagi suyuq va qattiq faza tarkibi bir hil bo'lsa - kongruent fazalar jarayonga kongruentli jarayon, bunga to'g'ri keladigan nuqtaga - kongruent nuqta deyiladi (kongruent mos keluvchi). Bunday nuqtalarga eruvchanlik egri chizig'ini minimumda joylashgan - evtektik va maksimumda joylashgan distetik nuqtalar kiradi.

Eruvchanlik egri chizig'ida, muayyan bir haroratda muvozanatdagi suyuq faza va kimyoviy birikma kristallari tarkibiga to'g'ri kelgan maksimum-distetik nuqta deyiladi.

Agarda komponentlar bir necha tarkibli birikma hosil qilsa, distetik nuqtalar soni birikmalar soniga teng bo'ladi. 5.2-rasmda $H_2O - H_3PO_4$; $H_2O - Ca(NO_3)_2$ ning holat diagrammasi keltirilgan.

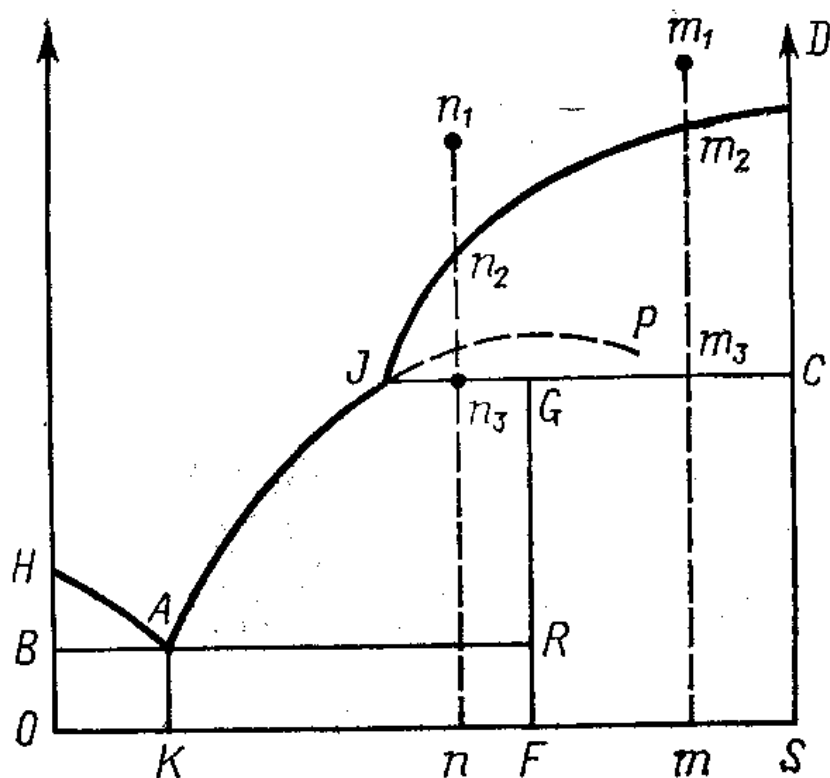


5.2-rasm. $H_2O - H_3PO_4$; $H_2O - Ca(NO_3)_2$ sistemaning holat diagrammasi.

$H_2O - H_3PO_4$ sistemada bitta distetik nuqta bor, ya'ni bitta kristallogidrat $2H_3PO_4 \cdot H_2O$, $H_2O - Ca(NO_3)_2$ sistemada uchta distetik nuqta bor, ya'ni uchta kristallogidrat $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$; $Ca(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$; $Ca(NO_3)_2 \cdot H_2O$; hosil bo'ladi.

Kristallogidrat hosil bo'lishini aniq maksimumli eruvchanlik diagrammasi emas, balki egri chiziqdagi oddiy sinish ham kursatadi. Bu, xosil bo'lgan kristallogidrat beqaror bo'lib hosil bo'lish maksimumiga to'g'ri keladigan haroratdan pasda parchalanish kuzatiladi.

5.3-rasmdagi J kristallogidratni bir shakldan ikkinchisiga o'tish nuqtasi bo'ladi. Bu nuqtadan yuqorida kristallogidrat mavjud bo'la olmaydi. Shuning uchun AJ kristallogidrat bilan tuyingan eritmani muvozanatini xarakterlaydi. JD esa suvsiz tuz bilan tuyingan eritma muvozanatini xarakterlaydi. Bunday diagrammalarda guyoki JD egri chizig'i chap tomonga surilgan, natijada AJP egri chiziq maksimumi yopilib qolgan. Shuning uchun bunday eruvchanlik egri chiziqlar yashirin maksimumli deyiladi.



Rasm.5.3. Maxfiy maksimumli eruvchanlik egri chizig'i.

5.3- rasmdagi diagrammadagi AJGR- kristallogidratni kristallanish sohasi, JDC- suvsiz tuzni kristallanish sohasi, BOFR- 2 ta qattiq faza muz va kristallogidratni sohasini bildiradi. GFSC-kristallogidrat va suvsiz tuz kristallarini sohasida J o'tish (JC-chiziqdagi barcha nuqtalar) nuqta - invariantli. Bu yerda to'rtta faza muvozanatda bug', J tarkibli eritma, kristallogidrat va suvsiz tuz.

F-tarkibli kristallogidrat G nuqtada eriganda hosil bo'ladigan eritma tarkibi kristall tarkibiga to'g'ri kelmasdan J nuqtaga to'g'ri keladi.

Bunday jarayonga inkongruent jarayon deyiladi.

J- inkongruent o'tish nuqtasi deyiladi.

Konsentrlangan m_1 nuqtadagi eritma sovutilganda eritma tuyinishi bilan undan suvsiz tuz ajralib chiqadi. Eritma tarkibi esa m_2 dan J gacha o'zgaradi. Sistema tarkibi m_3 ga yetganda eritma J ga mos keladi. Eritmadan kristallogidrat ajralib chiqa boshlaydi. m_3 da suv miqdori J nuqtadagiga qaraganda kam. Kristallogidrat kristalga tushishi bilan eritma konsentrasiyasi kamayishi kerak edi, ammo kristalga tushgan suvsiz tuzning erishi xisobiga eritma tarkibi o'zgarmasdan qoladi.

Bu yerda oldingi kristalga tushgan suvsiz tuz kristallogidratga aylanadi. Shuning uchun J o'tish nuqtasi deyiladi. F dan o'ngda joylashgan m tarkibli eritmada suv kam bulgani uchun m_3 figurativ nuqtali sistemadagi tuz to'liq gidratlanmasdan bir qismi suvsiz xolatda kristallanadi.

Agarda kristallizasiya n tarkibli eritmada olib borilsa, n_2 dan n_3 gacha sovutilganda hosil bo'lgan suvsiz kristallar to'liq kristallogidratga aylanadi va yana J tarkibli eritma qoladi. Sovitishni yana davom ettirilsa kristallogidrat miqdori ortadi. Eritma tarkibi esa JA egri chiziq bo'ylab J-dan A-gacha o'zgaradi. Bu yerda muz va kristallogidrat aralashmasi holida qotadi.

J nuqtada eritma ikkita qattiq faza bilan muvozanatda turadi, ulardan biri erisa ikkinchisi kristallanadi.

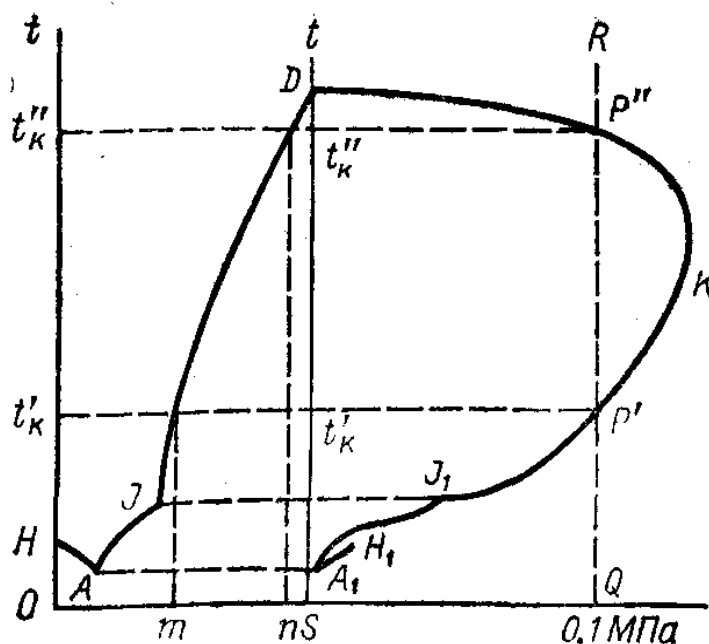
5.2. To'yingan eritma va kristallogidrat ustidagi to'yingan bug' bosimi.

Eritmalarni bug'lanishi va tuzlarni quritish rejimlarini aniqlashda bo'g' bosimi katta ahamiyatga ega. Harorat-tarkib koordinatasida chizilgan diagrammasi eruvchanlik egri chizig'idagi har bir eritma tarkibiga ma'lum bir bug' bosimi to'g'ri keladi.

5.4-rasmni o'ng tomonida NAJD eruvchanlik egri chizig'iga mos keluvchi N_1, A_1, J_1, KD bug bosimini egri chizig'i chizilgan.

N_1 nuqtasi muz bilan muvozanatda bo'lgan toza suvning bo'g' bosimi ,

A_1 - evtonik aralashma ustidagi suv bo'g'i bosimi- konsentrlangan eritma soxasidagi eng past bug' bosimi.



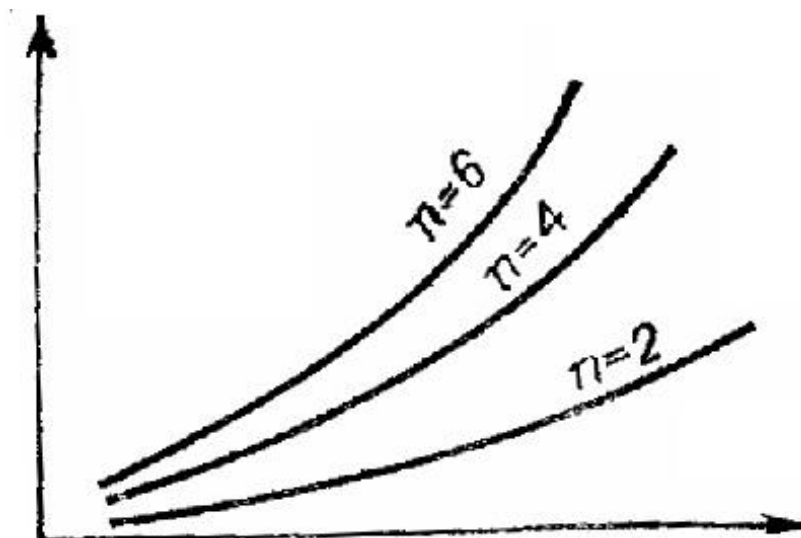
5.4-rasm. To'yingan eritmalarning bug' bosimi.

A_1 nuqtadan boshlab konsentrasiyaning ortishi bosimni ortishini birmuncha kamaytirsa ham harorat ortishi bilan bug' bosim xam oshadi. K nuqtada bo'g' bosimi maksimumga erishadi. Haroratning yanada oshishi bug' bosimini tez kamaytiradi, chunki konsentrasiyaning bosimni kamaytirish tasiri kuchayad. Eruvchanlik egrichizigidagi J o'tish no'qtasi bo'g' bosimi egri chizig'idagi J_1 sinishga to'g'ri keladi.

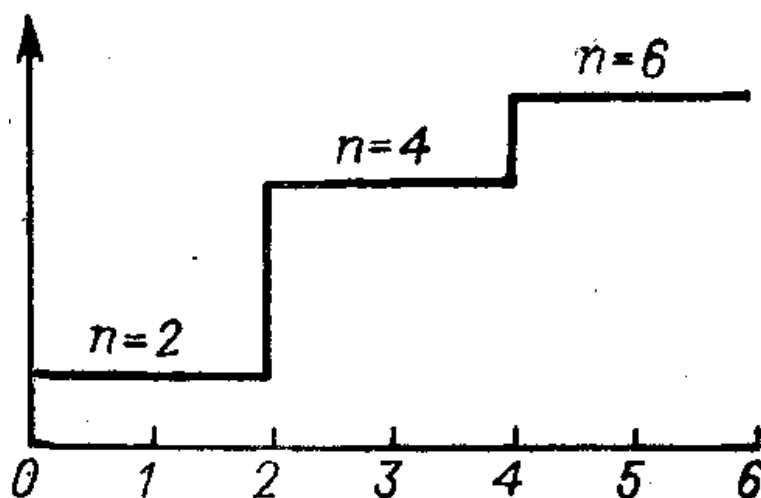
Atmosfera bosimidagi izobara diagrammaning o'ng tarafidagi RQ vertikal bilan ifodalangan, bug' bosimi chizig'ini ikki joyda p' va p'' da kesib o'tadi. Bu berilgan tuzning to'yingan eritmalari atmosfera bosimida ikkita qaynash haroratiga ega ekanligini ko'rsatadi t'_k va t''_k .

Bulardan biri t'_k —m konsentrasiyali to'yingan eritmaning harorati; boshqasi — t''_k toza tuzga yaqin n konsentrasiyali tuzga to'g'ri keladi. t_k -suvsiz tuzni suyuqlanish xaroratiga yaqin. Atmosfera bosimda to'rgan sistema t'_k va t''_k qaynash nuqtalarid invariantdir. Shuning uchun sistema holatini bir nuqtadan boshqa holatga haroratni uzliksiz o'zgartirib o'tkazib bo'lmaydi, ya'ni bosimni bir hil saqlab bo'lmaydi.

Bunday o'tishni sistemasi, muvozanatga erishishidan oldin amalga oshirish mumkin. Shuning uchun bu kamdan kam holatda katta qovushqoqlikka ega bo'lgan sistemalarda kuzatiladi. Masalan: ikki marta qaynash hodisasi yuqori konsentrasiyalı eritmaları ochiq idishlarda gaz yoqilg'ilar bilan qizdirib bug'latishda kuzatiladi. Dastlab eritma bir tekis- intensiv qaynaydi, so'ng qaynash to'xtaydi, suvni sekin uchishi hisobiga eritma konsentrasiyasi oshib boradi so'ngra eritma yana qisqaa vaqt oralig'ida qaynaydi. Qattiq kristallogidratlar ustidagi bug' bosimi nafaqat haroratga, balki kristallogidrat molekulası tarkibidagi n kristallizasiya suvga ham bog'liq. Harorat oshishi bilan muvozanatdagi suv bug'ining kristallogidrat ustidagi bosimi ham uzliksiz oshib boradi (5.5 va 5.6-rasmlar).



5.5-rasm. Turli kristallogidratli bitta tuzni ustidagi suv bug'i bosimini haroratga bog'liqligi.



5.6-rasm. Turli kristallogidratli bitta tuz ustidagi suv bo'g'ini uzgarmas haroratdagi bosimi.

Berilgan haroratda har bir kristallogidrat ma'lum bug' bosimiga ega. Bir hil tuzning kristallogidratlarini bug' bosimi uzliksiz emas, balki tarkibidagi suv molekulari soniga qarab zinapoyasimon o'zgaradi. Masalan, muayyan bir tuz kristallogidrat hosil qilsa, bu kristallogidratlar aralashmasini bosimi eng yuqori olti suvli kristallogidrat bosimiga teng bo'ladi. Agarda suvsizlantirish davom ettirilsa, olti suvli kristall tugaguncha bug' bosimi olti suvli kristallogidrat bug' bosimiga teng bo'ladi. So'ng bug' bosimi tez tushadi va to'rt suvli kristallogidrat bosimiga kamayadi va to'liq ikki suvliga o'tguncha doimiy qoladi.

Tayanch so'zlar va iboralar:

Kongruent birikma, kimyoviy birikma, kristallogidrat, ochiq maksimum, yashirin maksimum, o'tish nuqtasi, to'yingan eritma, bug' bosimi, atmosfera bosimi.

Nazorat savollari:

1. Kongruent (nuqta, jarayon) faza deb nimaga aytiladi?
2. O'tish nuqtasi nima?
3. Atmosfera bosimida ikki xil qaynash temperaturasi qanday sistemalarda kuzatiladi?

6- mavzu. INKONGRUENT BIRIKMA HOSIL QILUVCHI SISTEMA DIAGRAMMASI.

O'quv moduli birliklari:

- 6.1. Krisgallogidratlar eruvchanlik egri chizig'i.
- 6.2. Noorganik tuz-suv sistemalarining eruvchanlik diagrammalari.
- 6.3. NaBr-H₂O ikkilik sistemasi.

6.1. Krisgallogidratlar eruvchanlik egri chizig'i.

Agar sistema komponentlari kimyoviy o'zaro ta'sirlashsa, eruvchanlik egri chiziqlari murakkablashadi; agar sistema suv-tuz bo'lsa, bu bir qancha qaattiq faza hosil

bo'lishiga olib keladi.

Eruvchanlik egri chizig'ida sistemaning har bir qattiq fazasiga ma'lum egri chiziq shoxi to'g'ri keladi va har kandy moddaning eritma bilan muvozanatda turgan qattiq fazasi o'zgarmas ekan, eruvchanlik egri chizig'i uzluksiz bo'ladi.

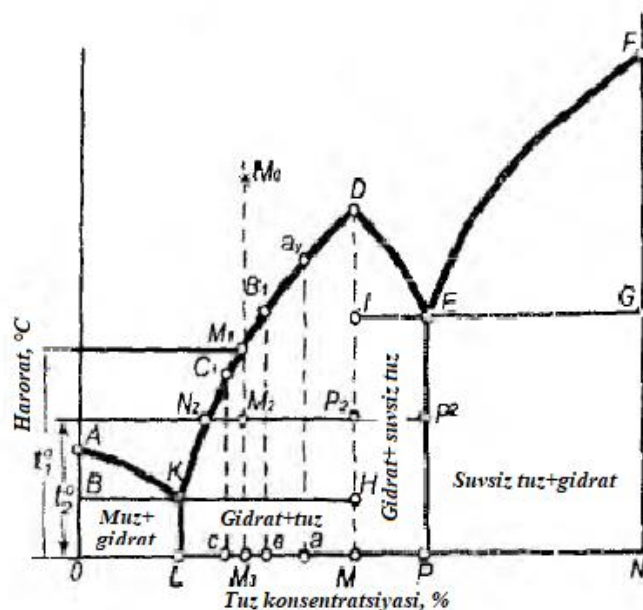
Agar eruvchanlik egri chizig'ida sinish kuzatilsa (hosil bo'lish nuqtasi, o'tish nuqtasi, evtektik nuqta), umumiy xolatda bu qattiq faza o'zgarishini ko'rsatadi (masalan, gidrat, qo'shaloq tuz va xokazolar hosil bo'lganda).

Gidratlar hosil qiluvchi tuzlar uchun eruvchanlik egri chizig'ida sinish hosil bo'lishi tuz tarkibiga kirayotgan kristallizatsiya suvi molekulalari sonini o'zgarishi bilan bog'lik (6.1-rasm).

Bu grafikning elementlari quyidagilar:

NF - suvsiz tuzning suyuqlanish harorati; MD - gidratning suyuqlanish harorati;

OM - formulaga muvofiq gidrat tarkibi; OA - muzning suyuqlanish harorati;



6.1-rasm. Gidrat hosil qiluvchi tuzlar eruvchanligi.

DK-egri chiziqda to'yingan eritma tarkibiga to'g'ri keluvchi, harorat pasayganda gidratlari ajraluvchi a_1 , b_1 , c_1 figurativ nuqtalar joylashgan. K - sistemaning evtektik nuqtasi.

AKD - oddiy tuzning eruvchanlik egri chizig'i bilan bir hil. Farki M-C konsentratsiya oralig'ida KD qirqidagi haroratda eritmadan suvsiz tuz emas, OM

tarkibli gidrat ajralib chiqadi.

Tuz miqdori (OM konsentratsiyadan) katta bo'lgan eritma sovutilganda suvning kamayishi OP konsentratsiyagacha, DE egri chiziq oralig'idagi haroratda, kristallogidrat ajralib chiqadi, toki DE egri chiziq suvsiz tuzni eruvchanlik egri chizig'i EF bilan evtektik E nuqtada kesishguncha. Bu grafik ikki oddiy tuzni eruvchanlik grafiklarini birlashtirgandek (AKD va DEF egri chiziqlar).

AKDEF egri chiziq yuqorisida to'yinmagan eritma soxasi joylashgan.

AK - muzning muzlash egri chizig'i.

KD va DE - kristallogidratning erish egri chizig'i.

EF - suvsiz tuzning eruvchanlik egri chizig'i.

ABK, KDH, DEJ va EFG soxalar - sistemaning mos qo'shimcha qattiq faza bilan muvozanatda bo'lgan to'yingan eritmalaridan iborat figurativ nuqtalarining geometrik o'rinlaridir.

BH va JG kesimlari to'rtta fazadan iborat sistemalarga to'g'ri keladi; vug', OC yoki OP tarkibli eritmalar va ikki qattiq faza; BH kesimda muz va gidrat yoki JG kesimda esa gidrat va suvsiz tuz.

BKCO, KHMC, EJMP, EGNP soxalarda uch fazali sistemaga to'g'ri keluvchi nuqtalar joylashgan: bug' va diagrammada ko'rsatilgan ikki mos qattiq fazalar.

(BKLO=muz+gidrat; KHMC=gidrat+muz; EJMP=gidrat+suvsiz tuz; EGHP = gidrat+suvsiz tuz).

D-nuqta gidrat ajralib chiqish egri chizig'ining maksimumi (eng yuqori nuqtasi) va diagrammada gidrat hosil bo'luvchi nuqta sifatida muhim o'rinni egallaydi ("distektik"); bu nuqtaning abstsissasi gidrat tarkibini aniqlaydi, ordinatadagi maksimum esa hosil bo'lgan gidratni berilgan haroratdagi barqarorligini xarakterlaydi. Yoyilmagan o'tkir maksimum kimyoviy birikmaning barqarorligini, bu maksimumni hosil bo'lish haroratida, parchalanmasligini harakterlaydi.

Agar birikma suyuq holda parchalansa, unda o'rtacha o'tmas bo'ladi, maksimumda egrilik qancha kam bo'lsa, birikma shuncha beqaror bo'ladi.

Ochiq maksimumga qaraganda, aksariyat hollarda, kimyoviy birikmalarning

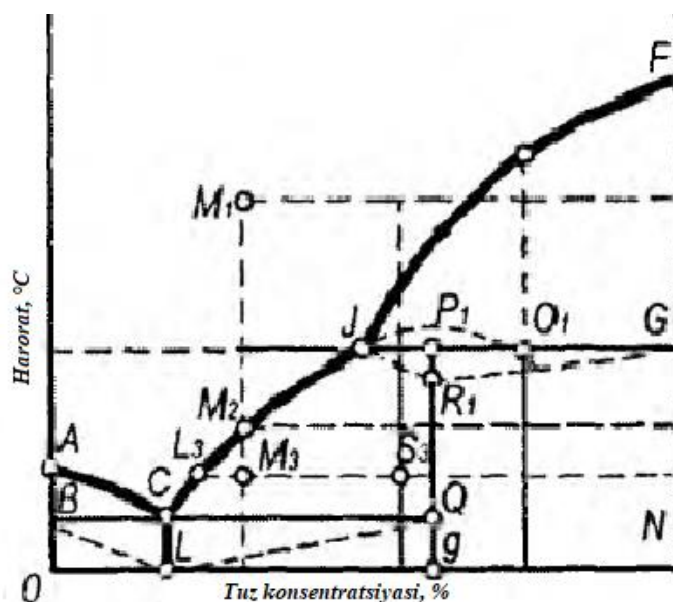
parchalanishini harakterlovchi **yashirin maksimumli** eruvchanlik egri chiziqlari uchraydi.

Bunday birikmalar uchun gidrat hosil bo'lishida ham, egri chiziq grafigini chizishda ham aniq maksimumlar bo'lmaydi, ya'ni maksimumga yetguncha gidrat to'liq holda suvga, suvsiz tuzga dissotsiatsiyalanadi yoki kristallihatsiya suvi kam bo'lgan boshqa tuzga aylanadi. (6.2 - rasm).

Yangi tuz o'zining eruvchanlik egri chiziq shoxida haroratining o'zgarishi bilan ajralib chiqadi, xuddi birinchi eruvchining shoxiga surilgandek bo'ladi, ya'ni natijada ochiq maksimum diagrammada ko'rinmaydigan maxfiy maksimumga aylanadi (chizmada ochiq maksimu shtrix chiziq bilan ko'rsatilgan).

Sistemani sovutishda birikma (gidrat, qo'shaloq tuz) hosil bo'lish ko'rinishida oddiy sistemaga o'xshash bo'ladi (4.2-rasmga qarang).

Masalan M_0 tarkibli eritma sovutilsa (6.1-rasm), bunda figurativ nuq vertikal bo'yicha to'yinish egri chizig'ini qattiq faza ajralmasdan, M_1 nuqtada kesishguncha davom etadi. T_1^0 haroratda M_1 nuqtada qattiq faza ajralib chiqa boshlaydi (bu holda gidratning tarkibi D nuqtaga muvofiq keladi).



6.2-rasm. Yopiq maksimumli gidrat hosil qiluvchi tuzlar egri chizig'i.

Sovutish davom ettirilgan sistema figurativ nuqtasi, ordinata M_2 M_3 buylab suriladi, suyuq faza figurativ nuqtasi M_1K (K kriogidrat evtektik nuqttagacha) egri chiziq qirqimi bo'ylab, qattiq faza figurativ nuqtasi esa DM gidrat tarkibiga muvofiq keladigan

vertikal bo'yicha suriladi.

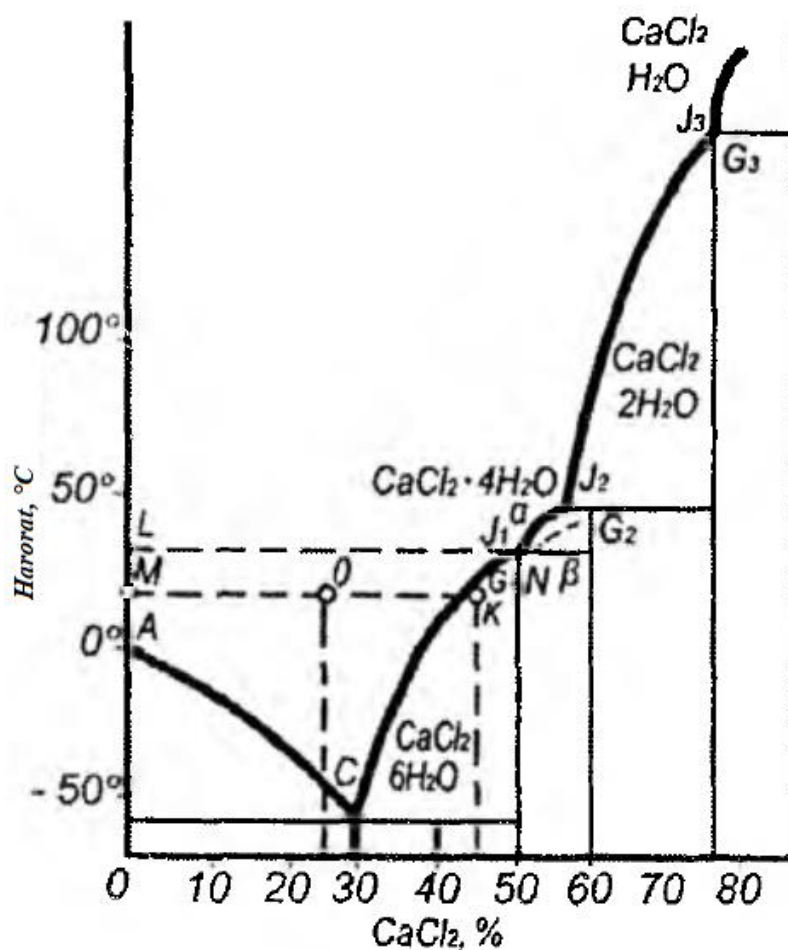
t_2^0 haroratdagi qattiq va suyuq fazalar nisbati M_2N_2 , va M_2R_2 kesimlar nisbatiga teng.

$$\text{qattiq fazalar miqdori/suyuq fazalar miqdori} = N_2M_2/M_2R_2$$

Ko'shaloq tuzli sistema izotermik bug'latilganda ham, qattiq va suyuq faza miqdorlari nisbati ham xuddi shunday richag qoidasi asosida topiladi.

6.2. Noorganik tuz-suv sistemalarining eruvchanlik diagrammalari.

Gidrat hosil qiluvchi tuzlar eruvchanlik diagrammalariga suv bilan bir necha kristallogidrat hosil qiluvchi kaltsiy xlorid eruvchanlik diagrammasini olishimiz mumkin; eruvchanlik egri chizig'ida bir necha sinish kuzatiladi va bir necha shoxchalardan tashkil topgan; har bir shox ma'lum tarkibli qattiq fazaga muvofiq keladi: $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ va $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (6.3-rasm).



6.3-rasm. $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ sistemaning eruvchanlik diagrammasi.

Har bir shox muayyan harorat oralig'ida mavjud bo'lgan kaltsiy xloridning yashirin kristallogidratlari eruvchanligiga javob beradi.

CaCl₂ – H₂O sistema eruvchanlik diagrammasi

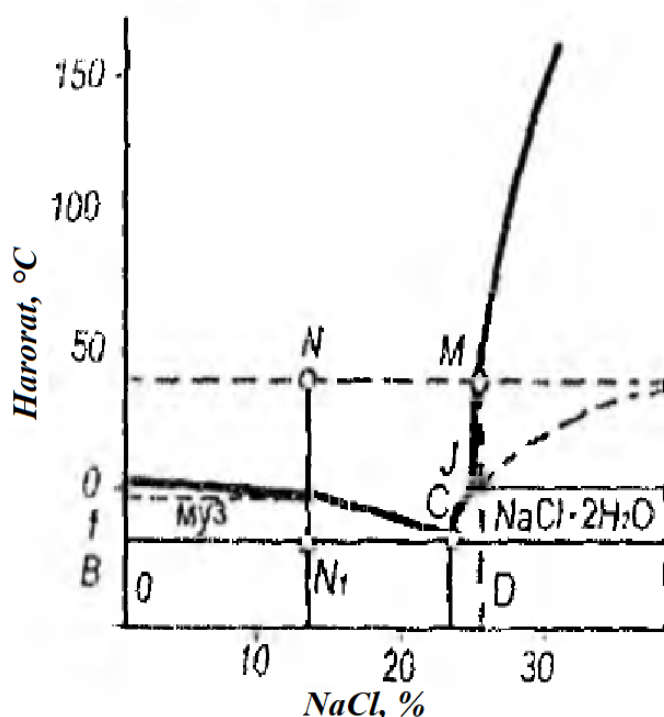
Tugun nuqtalar	C	J ₁	G ₁	J ₂	G ₂	J ₃	G ₃
Harorat, °C	-55	+29,8	-	+45,3	-	+175,5	-
CaCl ₂ , %	29,9	50,1	50,7	56,6	60,7	74,8	75,5

6.4 va 6.5-rasmlarda NaCl va Na₂SO₄ eruvchanlik egri chiziqlari berilgan.

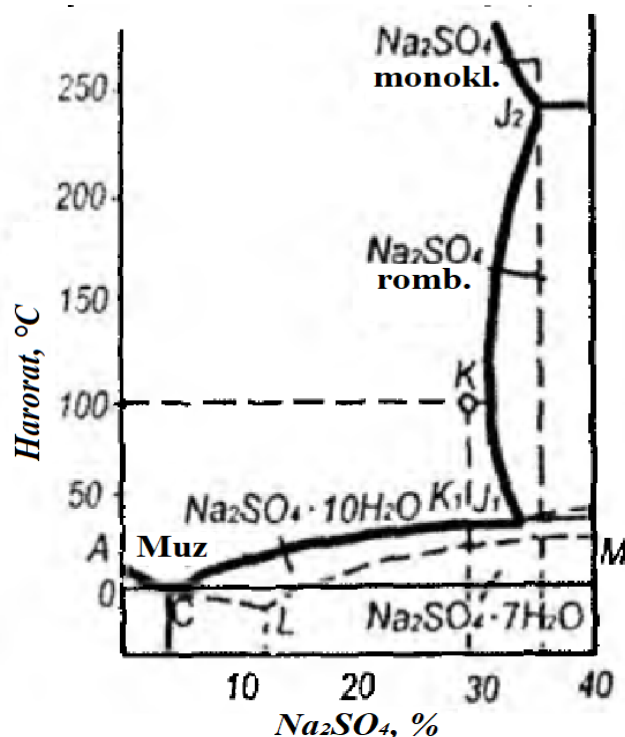
Chizmada punktir uzunq chiziqlar bilan maxfiy maksimumlar holati va metactabil muvozanat maydonlarni sxemasi ko'rsatilgan.

NaCl-H₂O sistema eruvchanlik diagrammasi

Tugun nuqtalar	C	J
Harorat, °C	-21,20	+0,15
NaCl, %	22,42	26,20

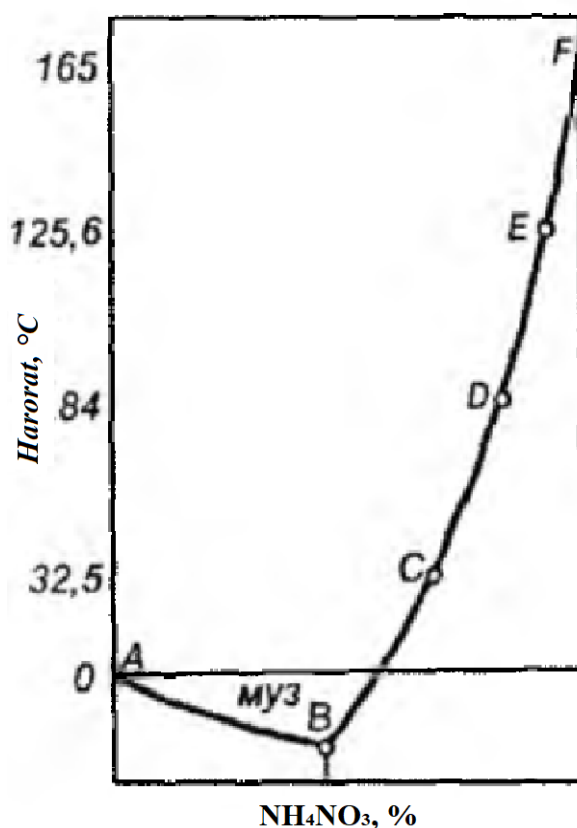


6.4-rasm. NaCl-H₂O sistemasining eruvchanlik diagrammasi.



6.5-rasm. Na₂SO₄-H₂O sistemasining eruvchanlik diagrammasi

Siniqli egri chiziqqa boshqa misol sifatida 6.6-rasmda ammoniy nitrat kristallarini turli modifikatsiyalarini almashinish egri chizig'ini ko'rsatish mumkin.



6.6-rasm. $\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-N}_2\text{O}$ sistemasining, °C kristall modifikatsiyalarining o'tish diagrammasi

Rasmdagi egri chiziqli uchta C, D va E hosil bo'lish nuqtalariga ega bo'lib, 32,5°C da α -romboedrik forma β -romboedrik formaga; 84°C da α -romboedrik formadan; 125,6°C da romboedrik formadan to'g'ri formaga o'tishlarga muvofiq keladi.

6.1-jadvalda qator noorganik tuzlarni bir modifikatsiyadan boshqasiga aylanish haroratlari misol sifatida keltirilgan.

6.1-jadval

Turil tuzlar modifikatsiyalarining o'tish haroratlari

Tuzlar	O'tish nuqtalari, °C	Tuzlar	O'tish nuqtalari, °C
NH_4NO_3	16; 32,5; 84; 125,6	BaCl_2	922
Na_2SO_4	241	BaCO_3	811; 982
KNO_3	128	BaSO_4	114,9
K_2CO_3	410	CaSO_4	119,3
K_2SO_4	587	AgNO_3	159,6
K_2CrO_4	666		

Na₂SO₄-H₂O sistemaning eruvchanlik diagrammasi

Tugun nuqtalar	C	L	M	J ₁	J ₂
Harorat, °C	-1,2	-8,55	+24,4	+32,4	+33,3
Na ₂ SO ₄ , %	3,85	12,7	34,1	33,2	32,0

Turli polimorf modifikatsiyalarga moil moddalar uchun eruvchanlik egri chiziqlarida kuzatilgan sinishlar, qattiq fazaning kristall formasida o'zgarish sodir bo'lmasdan, bir formadan ikkinchi modifikatsion formaga o'tishini bildiradi.

Moddalarning eruvchanlik egri chiqiqdari, moddada bir shakldan boshqasiga o'tish bilan sodir bo'lgan nuqtalarda yuzaga keladigan ma'lum sondagi sinishlarni o'zida mujassamlashtirib, tarkibi doimiy bo'lgan moddaning eruvchanlik egri chizig'i o'zining davomiyligida uzluksiz va "monoton"dir.

Bunday eruvchanlik egri chizig'i, birikma xossasini o'zgartirmagan holda, eritma tarkibini sekinlik bilan miqdoriy o'zgarishini ifoda-laydi.

O'tish nuqtalarida mikdor o'zgarishi moddaning sifat o'zgarishi bilan boradi va unda muayyan bir sharoitda eruvchanlik egri chizig'ida o'tish nuqtasigacha ko'rsatilgan barcha birikmalardan nafaqat miqdoriy, balki sifat jihatidan ham farq kiladigan yangi kimyoviy birikma hosil bo'ladi.

Shunday qilib, o'tish nuqtasi miqdorning yangi sifatga o'tish joyidir. Bu o'tish eruvchanlik egri chizig'ida miqdoriy sekinlik bilan tayyorlanadi va diagrammani bitta nuqtasida sakrab o'tadi, sekin davomiylikni uzilishi bilan. SHu bilan bir vaqtda, bu nuqtada uzluksizlik buzilmaydi, unda to'yinish egri chizig'ining yo'nalishi, yangi miqdorning sifat o'zgarishiga o'tishi yuzaga kelmaguncha davom etadi, ya'ni o'tish nuqtasida uzluksiz va uzilish birlashadi.

Turli tuzlarning suv bilan kristallogidrat hosil qilib, kimyoviy reaksiyaga kirish qobiliyati turlicha. Noorganik kislotalarning ammoniyli tuzlari, fosfatlardan tashqari, deyarln gidratlar hosil qilmaydi, uch ammoniy fosfat uch molekula suv bilan kristallanadi (NH₄)₃PO₄·3H₂O.

Kaliyli tuzlarning quyidagi gidratlari bor: K₂CO₃·2H₂O; K₂B₂O₇·0,5H₂O; KOH·(1, 2, 4H₂O); K₃PO₄·3H₂O.

Natriy tuzlarining deyarli barchasi gidrat hosil qiladi: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ va boshqalar.

Gidrat hosil qiluvchi tuzlarning eruvchanligini diagrammalar asosida hisoblashga misol keltiramiz.

Misol (6.3-rasm). 28°C da to'yingan tarkibida 50g $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ qattiq fazasi bo'lgan 45% - li 550g kaltsiy xlorid tuyingan eritmasi berilgan (jami 600g). Ushbu haroratda 25% li eritma tayyorlash uchun sistemaga qancha suv solish kerak bo'ladi? Sistemaning analitik tarkibini topamiz.

Qattiq fazadagi CaCl_2 , miqdori:

$$50 \cdot (\text{CaCl}_2 / \text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 50 \cdot (111/219) = 25,3\text{g}$$

Qattiq fazadagi H_2O miqdori:

$$50 \cdot (6\text{H}_2\text{O} / \text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 50 \cdot (108/219) = 24,7\text{g}$$

Suyuq fazadagi CaCl_2 :

$$(550 \cdot 45) / 100 = 247,5\text{g}$$

Suyuq fazadagi H_2O miqdori:

$$(550 \cdot 55) / 100 = 302\text{g}$$

Butun sistema tarkibidagi CaCl_2 va H_2O :

$$\text{CaCl}_2 = 25,3 + 248 = 273,3\text{g, yoki } 45,5\%$$

$$\text{H}_2\text{O} = 24,7 + 302 = 326,7\text{g, yoki } 54,5\%$$

Grafikka (6.3-rasm) 28°C da olishimiz mumkin bo'lgan, 25%-li sistema tarkibini ko'rsatuvchi O nuqtani kiritamiz va sistema tarkibiy qismlari: berilgan sistema (45,5% li CaCl_2 eritmasi - K nuqta) va suv (M_1 nuqta) ga richag koidasini kullaymiz:

$$\text{boshlangich sistema miqdori/suv miqdori} = \text{MO/OK}$$

Son qiymatlarini qo'yib, quyidagini olamiz:

$$600/\gamma = 25/(45, -25) = 25/20,5; \gamma = (20,5 \cdot 600)/25 = 492$$

SHunday qilib 45% li eritmada, agar 50g $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ qattiq fazasi bo'lsa, 25% li eritma olish uchun, 492 g suv qo'shish kerak. Unda sistemadagi suv $492 + 326,7 = 818,7\text{g}$ bo'ladi, kaltsiy xlorid 273,3 g, hammasi bo'lib esa $818,7 + 273,3 = 1092\text{g}$ modda

$$\text{CaCl}_2, \% = (273,3 \cdot 100) / 1092 = 25,0\%.$$

6.3. NaBr-H₂O ikkilik sistemasi.

Kristallogidrat hosil qiluvchi ikkilik sistemalarga misol sifatida natriy bromidni suvdagi eruvchanlik egri chizig'ini ham qaraymiz. Natriy bromid suv bilan kristallogidrat hosil qiluvchi tuzlar tipiga kiradi; u ikki va besh molekula suv bilan birikma beradi. Shuning uchun natriy bromidning eruvchanlik egri chizig'i muayyan kristallogidratlarga muvofiq keluvchi o'tish nuqtasida kesishuvchi bir necha eruvchanlik shoxchalaridan tashkil topgan.

NaBr-H₂O sistemasida quyidagi olti faza bo'lishi mumkin: NaBr; NaBr·2H₂O; NaBr·5H₂O; (bug') B, (eritma) E; M (muz).

Fazalar qoidasiga asosan binar sistemalar erkinlik darajasi quyidagicha aniqlanadi:

$$F = 2 + 2 - F$$

Qachonki $F=4$, $F=0$.

Bundan kelib chiqadiki, birgalikda mavjud bo'la oladigan eng ko'p fazalar soni to'rtta; F -ning to'rttdan katta qiymatlarida erkinlik darajasi manfiy qiymatni oladi, bu esa fizik ma'noga ega emas.

Agar biz sistemada bug' va eritma har doim ishtirok etadi deb hisoblasak, fazalarni quyidagi mumkin bo'lgan guruhlaridan iborat sistemaning oltita invariant holati bo'ladi;

- | | |
|---|---|
| 1). B, E, M, NaBr; | 2). B, E, M, NaBr·2H ₂ O; |
| 3). B, E, M, NaBr·5H ₂ O; | 4). B, E, NaBr, NaBr·2H ₂ O; |
| 5). B, E, NaBr, NaBr·5H ₂ O; | 6). B, E, NaBr·2H ₂ O, NaBr·5H ₂ O. |

Erkinlik darajasi nol bo'lgan sistema (nolvariant) muvozanat diagramma sistemasida nuqta bilan ifodalanadi.

Bunday nuqtalar bizning holatimizda fazalar qoidasiga asosan diagrammada oltita bo'ladi (shuni nazarda tutish kerakki, fazalar qoidasi asosida topiladigan sistema holatlari taxminiydir, aniq son tajribada topiladi).

Sistemani monovariant bitta erkinlik daraja holatlar uchun uchta faza mavjudligi fazalar qoidasiga asosan, $F=1$, $F=3$ aniqlanadi.

Fazalarning bo'lishi mumkin bo'lgan guruhlari:

- | | |
|--------------|-----------------|
| 1). B, E, M; | 2). B, E, NaBr; |
|--------------|-----------------|

3). B, E, $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;

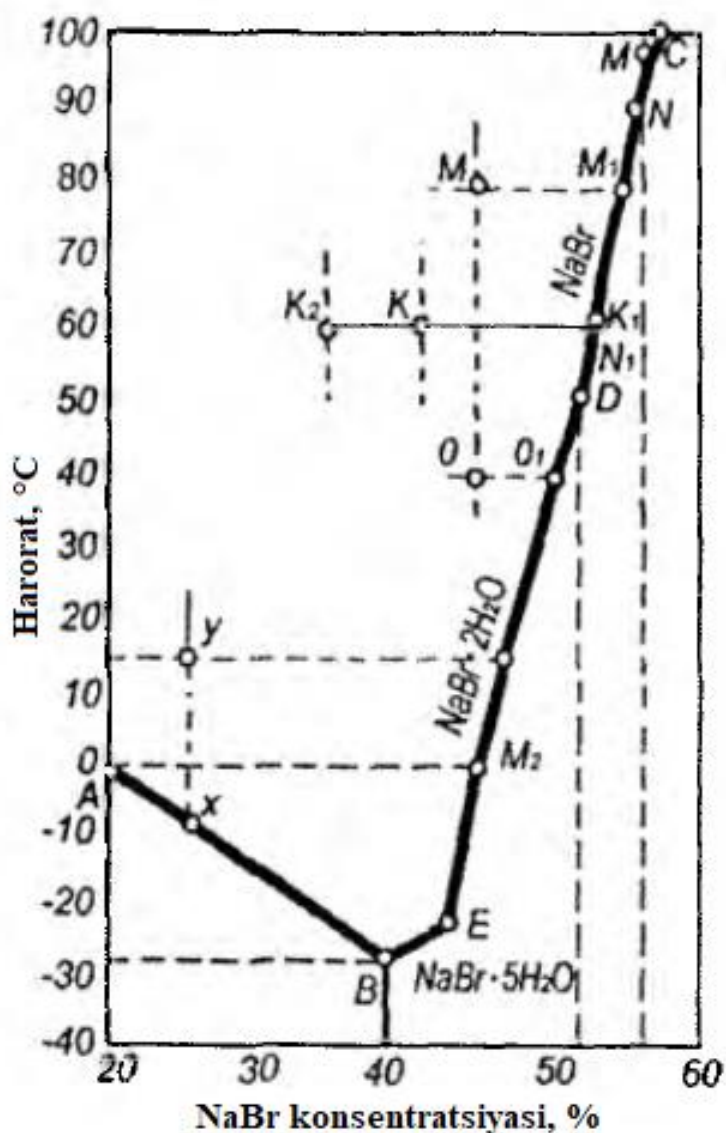
4). B, E, $\text{NaBr} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;

Sistemaning monovariantli holati muvozanat diagramma tekisligidagi har bir birikmani eruvchanlik egri chiziqlariga muvofiq keladi.

SHuning uchun diagrammada monovariant muvozanatlar soni mustaqil to'rtta eruvchanlik shoxlariga muvofiq kelishi shart.

Bu shoxchalarning kesishishi nolvariant muvozanat nuqtasini beradi; bu holda diagrammada barqaror nolvariant nuqtalar soni uchtdan ortiq bo'la olmaydi.

Fazalar qoidasi bo'yicha mumkin bo'lgan olti nuqtadan uchasi ko'rsatilgan tajriba yo'li bilan aniqlanadi. 6.7-rasmda NaBr eruvchanlik politsrmasi berilgan ($\text{NaBr}-\text{H}_2\text{O}$ sistemasi).



6.7-rasm. NaBr-H₂O sistemasining eruvchanlik politermasi.

Diagrammadan, eruvchanlik egri chiziq shoxchalari to'rtta ekailigini, bu shoxlar kesishish nuqtalari (B, E, D) soni uchga teng ekanligini aniqlashimiz mumkin. Fazalarni quyidagicha guruhlash mumkin:

1. B, E, M ($\text{NaBr} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) – B nuqta;
2. B, E, ($\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) · ($\text{NaBr} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) - E nuqta;
3. B, E, , ($\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) · NaBr - D nuqta;

Fazalar qoidasiga asosan olti imkoniyatdan uchta nuqtani natriy bromid kristallogidratini degidratatsiyalanishini turli bosqichlariga muvofiq keluvchi eruvchanlik egri chiziq yoylari ketma-ket joylashishidan aniqlanadi.

Shuning uchun, muvozanatdagi nolvariant nuqta B, E, NaBr ($\text{NaBr} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) barqaror mavjud bo'la olmaydi, chunki NaBr va $\text{NaBr} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ eruvchanlik egri chiziq yoylari o'zaro kesishmaydi, ularni qattiq fazasida $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ bo'lgan eruvchanlik egri chiziq yoyi ajratib turadi. Diagrammadan khrinib turibdiki, $50,6^\circ\text{C}$ dan yuqorida to'yingan eritmadan suvsiz natriy bromid ajralib chiqadi, bunda eritma tarkibi CD egri chiziq bo'ylab o'zgaradi.

$50,6^\circ\text{C}$ dan -22°C gacha to'yingan eritmadan qattiq fazaga ikki suvli natriy bromid ajralib chiqadi; eritma tarkibi esa DE egri chiziq yoyi bo'ylab o'zgaradi.

-22°C dan pastda to'yingan eritmadan besh suvli tuz $\text{NaBr} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ cho'kadi; Eritma figurativ nuktasi EB egri chiziq bo'ylab suriladi.

$-27,3^\circ\text{C}$ da tarkibida 38,6% NaBr pa 61,4% suv (og'irlik) bo'lgan eritmadan $\text{NaBr} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ gidrat va muz (kristallogidrat evtektik nuqta Bda) birgalikda ajralib chiqadi. B, E, D nuqtalar nolvariant sistmalarni xarakterlaydi. Ular uchluksiz egri chichiqdagi faqat bitta kimyoviy birikmatni ajralib chiqish sharoitiga muvofiq keluvchi nuqtalarga nisbatan diagrammaning harakterli (muhim) nuqtalari hisoblanadi.

D va E nuqtalarda suvsiz tuzni ikki suvli gidratga $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ va ikki suvli gidratni besh suvli gidratga $\text{NaBr} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ o'tishi sodir bo'ladi. SHuning uchun D va E hosil bo'lish (aylanish) nuqtalari bo'ladi. AB qism muz bilan eritmaning muvozanat sharotini aniqlaydi.

AB yoyi bo'yicha eritma tarkibi o'zgarishi bilan (NaBr qo'shshn bilan), eritma haroratining pasayishi bilan bir vaqtning uzida muz ajralib chiqadi.

AB egri chiziqda yotgan xohlagan nuqtada, masalan x tarkibli eritma, 25% natriy bromid va 75% suvdan iborat bo'lsa, sovutish bilan faqat muz ajralib chiqadi, xdrorat - $27,3^{\circ}\text{C}$ (B nuqtada) bo'lganda muz bilan birga besh suvli natriy bromid ham ajralib chiqib boshlaydi.

U figurativ nuqta x nuqtadagi eritma tarkibini ifodalaydi, ammo $+15^{\circ}\text{C}$ da eritma tuyinmagan bo'ladi, shuning uchun birinchi navbatda sovishda eritmadan tuz ajralmaydi, ya'ni eritma tarkibi o'zgarmasdan koladi. Figurativ nuqta ux to'g'ri chiziq bo'ylab ordinata o'qiga parallel siljiydi. -9°C da u nuqta AB egri chiziqdagi x nuqtaga tushadi va eritma muzga nisbatan to'yingan bo'ladi.

Diagrammadan ko'rinib turibdiki, M figurativ nuqta 80°C da tarkibida 45% NaBr bo'lganida, tuyinmagan eritma bo'ladi; o'sha tarkibni 40°C da tuyinmagan eritma uchun boshqa figurativ O eritmasini izotermik bug'latganimizda (40°C haroratda) eritma tarkibi ikki suvli natriy bromidni to'yinish egri chizig'idagi O_1 nuqtaga yetguncha abstsissa o'qiga parallel o'zgaradi.

SHu nuqtadan boshlab toki eritma tuliq quriguncha $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kristallanadi.

M eritma suvini 80°C izotermik bug'latishda, dastlab tarkib qattiq faza hosil bo'lmasdan M- M_1 to'g'ri chiziq bo'ylab o'zgaradi. M_1 nuqta to'yingan eritmaga to'g'ri keladi. M_1 nuqtadan boshlab, suv bug'lanishi bilan eritmadan suvsiz natriy bromid ajralib chiqadi. M eritma sovutilganda eritma tarkibi toki 0°C dagi M_2 nuqtaga yetguncha uzgarmaydi, harorat yana sovutilsa toki -22°C gacha eritma tarkibi DE eruvchanlik egri chiziq yoyi bo'yicha o'zgaradi, cho'kmaga $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ajraladi.

Haroratning keyingi pasayishi E nuqtada $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ va $\text{NaBr} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ning birgalikda kristallanishiga olib keladi.

Tayanch so'zlar va iboralar:

Kongruent birikma, Inkongruent birikma, kimyoviy birikma, kristallogidrat, ochiq maksimum, yashirin maksimum, o'tish nuqtasi, to'yingan eritma.

Nazorat savollari:

1. Kongruent (nuqta, jarayon) faza deb nimaga aytiladi?
2. O'tish nuqtasi nima?
3. Yopiq maksimumli gidrat xosil qiluvchi tuzlar egri chizig'I deganda nimani tushindingiz?
4. Yopiq maksimumli inkongruent birikma xosil qiluvchi sistemalar diagrammasiga misollar keltiring?

7- mavzu. UCH KOMPONENTLI SISTEMALAR.

O'quv moduli birliklari:

- 7.1. Qo'shaloq tuz xosil qilmaydigan uchlik sistema eruvchanlik egri chizig'i.
- 7.2. Diagrammani ikki tuz eritmasini izotermik bug'latishda qo'llash.
- 7.3. Ikki tuz eritmasini bug'latish.

7.1. Qo'shaloq tuz xosil qilmaydigan uchlik sistema eruvchanlik egri chizigi.

Suv va bir xil ionli ikki tuzdan iborat uch komponentli sistema holatini aniqlovchi erkin parametrlar soni 4 ga teng: ikki konsentrasiya, harorat, bug' bosmi. Fazalar qoidasiga asosan uchlik sistema bir vaqtda mavjud bo'la oladigan maksimal fazalar soni beshta ($F=K+2-C$, $K=3$ va $C=O$ sistemani invariant holatida $F=5$). Chunki suvli sistemada (invariant) bitta faza har doim bug', agarda suyuq faza mavjud bo'lsa qattiq fazada uchtdan ortiq faza bo'lmaydi.

Uch komponentli sistemalarni holatini to'rtta parametr orqali ifodalash uchun to'rt o'lchamli diagramma ko'rish zarur edi. Amaliyotda bug' bosimini aks ettiradigan uch o'lchamli diagrammalar qurish bilan chegaralanadi, va asosan haroratni ham ifodalamaydigan (izotermik) ikki ulchamli tekis diagrammalardan foydalanadi.

Bitta tuz bilan tuyingan eritmadan suvni bug'latish yuli bilan kristallash jarayoni oddiy bo'lib, eritmadan shu tuzning o'zi cho'kmaga tushadi.

Agar eritma ikki tuz bilan to'yingan bo'lsa, kristallash yuli haqidagi savol murakkablashadi, tuzlarni ajralish tartibini grafik yo'li bilan yechish mumkin.

Umumiy M ionli AM va BM tuzlarni tuyinmangan eritmasidan ajratish jarayonini qarab chiqamiz. Aytaylik, eritmadan suvni izotermik bug'latishda AM tuz birinchi ajrala boshlaydi.

Unda suvning bug'lanishi va AM tuzning qattik fazaga ajralishi bilan eritma BM tuzga nisbatan tuyinguncha uni kontsentratsiyasi oshib boradi.

Ikki tuzga nisbatan muvozanat xolatiga yetishi boilan eritma tarkibi doimiy qoladi; bug'latishni davom ettirish eritmadagi ikki tuz nisbatiga ta'sir etmaydi, ikki tuz birgalikda cho'kmaga tushadi, cho'kmadagi tuzlar nisbati to'yingan eritmadagi singari bo'ladi. Ikki tuzdan iborat to'yinmagan eritmani izotermik bug'latish natijasida ikkala tuzga nisbatan to'yingan eritma xosil bo'ladi.

Aytaylik, to'yingan S eritmada berilgan haroratda ikki AM va BM tuzlarning nisbati $AM : BM = 1:2$ bo'ladi, agar boshqa nisbatda bo'lsa, masalan $3 : 2$ bo'lsa eritmani izotermik bug'latsak, oldii AM tuz ajralib chiqadi. Bu jarayon (AM ning cho'kishi) toki eritmadagi AM:BM nisbat $1:2$ ga tenglashguncha davom etadi, $1:2$ nisbatga yetgandan so'ng esa ikkala tuz birgalikda $1:2$ nisbatda kristallana boshlaydi. Bu jarayon suv to'liq bug'latib bo'lguncha davom etadi.

Shunday qilib, xohlagan nisbatdagi ikki tuzdan iborat to'yinmagan eritma izotermik bug'latilsa, natijala ikkala tuzga nisbatan tuyingan eritma xosil bo'ladi.

Uchlik sistemalar izotermasi va politsrmasi.

Bir xil ionli ikki tuzni suvdagi eritmasi uchlik sistsmadir.

Bunday sistemalar uchun o'zgaruvchi omillar xarorat, tuzlar (ikki) kontsentratsiyasi va bug' bosimi, yach'ni to'rtta o'zgaruvchidir.

Bu o'zgaruvchi kattaliklar o'rtasidagi bog'liqlik to'rt o'lchamli fazoviy figura bilan grafik ifodalanadi. Odatda faqat muxim bog'lanishlarni ifodalash bilan chegaralanadi. Bunday kattaliklar qatoriga harorat va ikki tuz kontsentratsiyasi kiradi (bug' bosimi doimiy deb qabul qilinadi).

Unda uch o'zgaruvchi o'rtasidagi bog'liqlik uch o'lchamli fazoviy figura orqali grafik ifodalanadi.

Fazoviy diagrammadagi uch koordinatada aniqlanadigan xohlagan figurativ nuqta, xarorat va ikki tuz kontsentratsiyalarining ma'lum qiymatlarida sistema holatini xarakterlaydi.

Agar jarayonni doimiy haroratda qarasak, ya'ni faqat ikki o'zgaruvchi (tuzlar kontsentratsiyasi), unda ular o'rtasidagi bog'lanishni tekislikdagi diagrammada ifodalash mumkin.

Amaliyotda fazoviy diagrammalardan foydalanish qiyin, tekislikdagi chizmalardan foydalanish va barcha ko'shimcha nurlarni kiritish esa ancha kulay.

Fazoviy diagrammani bitta tekislikka akslashda qoplanishni sun'iy cheklash bilan erishiladi.

Bu cheklash shundan iboratki, birorta o'zgaruvchi kattalik ixtiyoriy belgilanadi - harorat yoki komponentlardan birining kontsentratsiyasi.

Shunday qilib, o'zaro bog'liqligini ikki koordinata o'qlar sietsmasidagi diagrammada ifodalash mumkin bo'lgan o'zgaruvchi kattaliklardan ikkitasi qoladi. Olingan tekislikdagi chizma, fazoviy diagramma koordinata tekisliklaridan birining aksidir (prosktsiyasi).

Agar o'zgaruvchilardan biri - harorat qayd etilsa, unda uchlik sistemalarning to'yingan va tuyinmagan eritmalarini tekislikdagi diagrammasi- izoterma buladi.

Ikki tuzning eruvchanlik izotermasi, ikki tuz kontsentratsiyasini o'zgarmas haroratdagi grafik o'zgarishini ko'rsatadi; izotermalar yordamida o'zgarmas xaroratdagi jarayonlarni miqdoriy xisoblarini bajarish mumkin (tuzlarni izotermik kristallash). Bunday turli xaroratdagi izotermalarni jamlash muvozanatdagi sistemalar xolatini ifodalaydi; kancha ko'p izotermalar o'tkazilsa, sistemani tushunish shunchalik to'liq bo'ladi.

Sistema muvozanat xolatini xaroratga bog'liq o'zgarishini xarakterlovchi diagrammalar, sistema politermalari deb ataladi.

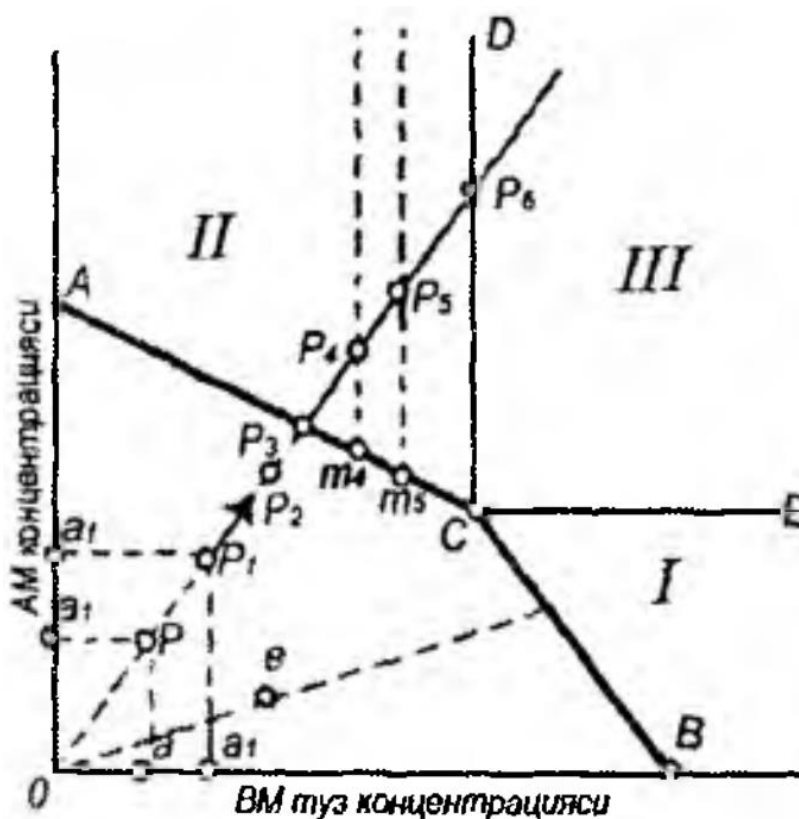
Politermalar xarorat o'zgarish bilan bog'liq bo'lgan miqdoriy xisoblar olib borishga imkon beradi (tuzlarni politermik kristallash).

7.2. Diagrammani ikki tuz eritmasini izotermik bug'latishda ko'llash.

Uchlik sistema diagrammasidan ikki tuzli eritmani izotermik bug'latish jarayonini ketishini kuzatish mumkin.

Eritmani uzgarmas xaroratli bug'latish jarayonini grafikda kuzatamiz.

Aytaylik boshlang'ich eritma to'yinmagan; bu eritma tarkibi ACBO soxa ichida joylashgan P nuqtaga to'g'ri keladi (7.1- rasm).



7.1 -rasm. AM va BM tuzlarning birlikdagi eruvchanlik izotermasi.

Eritmadan suvni bug'latishimiz bilan, tuzlarning konsentratsiyasi oshib boradi, toki eritma tuyingan xolatga yetib tuzlar cho'ka boshlaguncha, ularning nisbati doimiy qoladi.

P figurativ nuqta koordinata boshi O dan chiqqan OP to'g'richiziqli bo'ylab, konsentratsiyani oshish yunalishida suriladi. Suv bug'lanishi bilan P nuqta to'g'richiziqli (OP₆) to'yinish egrichizig'idagi P nuqtagacha oraliq P₁, P₂, P₃,... holatlarni bosib o'tadi.

Chizmadan ko'rinib turibdiki, aPbO va a₁P₁, b₁O va hokazo to'g'riburchaklar o'xshash, to'g'riburchak tomonlari nisbati aP : bP, a₁P₁ : b₁P₁ va hokazo to'yinmagan eritmadagi tuzlarni o'zgarmas nisbatlariga muvofiq doimiydir.

Qachonki figurativ nuqta, eruvchanlik egrichizig'i yonidagi P_3 nuqtaga yetganda, eritma AM tuzga nisbatan to'yingan bo'ladi. Suvni keyingi bug'lanishida eritmadan AM tuzigina cho'ka boshlaydi. SHunday qilib, eritmadan AM tuzni cho'kishi BM tuzi kontsentratsiyasining oshishiga olib keladi, o'sha eritma tarkibi BM tuz kontsentratsiyasini oshish yunalishida o'zgaradi, ya'ni eruvchanlik egrichizig'i bo'ylab A nuqtadan C nuqtaga suriladi.

Bug'latish davom ettirilsa, C nuqtada eritmadan, qattiq fazaga ikkala tuzni birgalikda tushishi boshlanadi va jarayon eritma to'liq qurishi bilan tugaydi. C nuqtani sistemani oxirgi izotermik kristallanish nuqtasi yoki **evtonik nuqta** deyiladi.

Eritma C nuqtada o'z tarkibini o'zgartirmaydi va undan suvni keyingi bug'lanishida cho'kmaga AM va BM tuzlar ajraladi, ularni nisbati eritmada qanday bo'lsa shunday bo'ladi. Eritma tarkib jixatdan "doimiy" qoladi. Doimiy eritma tarkibi deganda shunday eritma tushushniladiki, uning tarkibi cho'kma tarkibidagi tuzlar miqdoriga bog'liq emas; shunday qilib, uning tarkibini muvozanatdagi tuzlardan yangi qo'shimcha ko'shish o'zgartirmaydi.

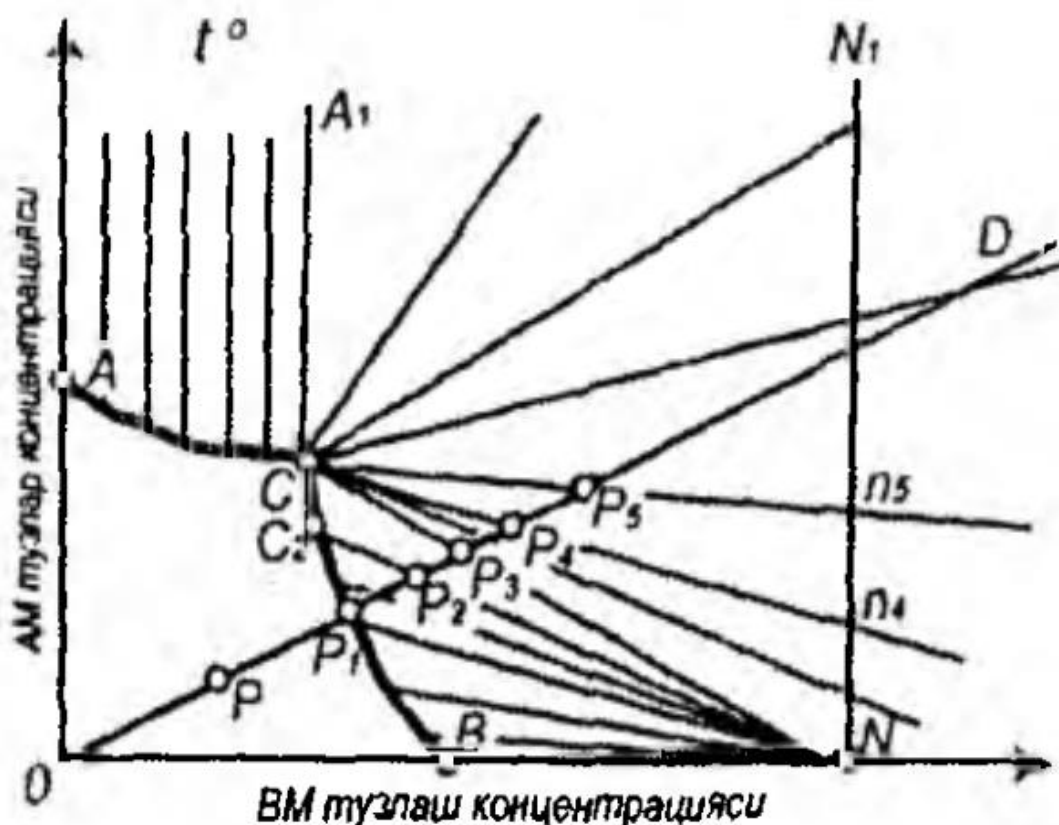
C nuqtada $t=\text{const}$ bo'lganda erkinlik darajalar soni nolga teng va C eritma tarkibi sistemaning umumiy xarakterini buzasdan doimiy bo'lishi kerak.

Tuyinmagan P eritma sistema bug'langanda BM tuz gidrat shaklida ajralsa (7.2-rasm), figurativ nuqta koordinata boshini (O-suv nuqtasidan) to'yinish egrichizig'ini P nuqtada kesishguncha o'tkazilgan bug'lanish nuri bo'ylab siljiydi.

Eritmadan suvni bug'latishni davom ettirganimizda, cho'kmaga BM tuzning gidratlari ajralib chiqadi. Sistemani xohlagan xolatiga (masalan, P_2 nuqtada) suyuq faza tarkib nuqtasi BM tuz kristallogidrat (N nuqta)dan va P_2 orqali o'tkazilgan nur va BC-to'yinish egrichizig'ining kesishish (c_2 nukta) nuqtasida joylashgan.

Qachonki sistema xolati R_3 ga yetganda eritma tarkibi S evtonik nuqtaga tushadi va ikkinchi suvsiz tuz ham kristallana boshlaydi.

CN-chiziq BM tuzni gidratlarining soxasini (CNB uchburchak) BM kristallogidрати bilan AM tuzni birgalikda kristallanish soxalarini chegaralaydi.



7.2-rasm. Ikki tuzning birgalikda eruvchanlik diagrammasi
(BM tuz gidrat xosil qilganda).

NN₁ vertikalning barcha nuqtalariga 100g suvdagi BM tuzning miqdori N nuqtadagidek, chunki sistemadagi barcha suv kristallizatsiya suvi shaklida bog'langan bo'ladi.

NN₁ vertikalda joylashgan nuqtalar qattiq faza tarkibini ko'rsatadi va sistema figurativ nuqtasi P₅ xolatda bo'lganda, suyuq faza nuqtasi C nuqtada, qattiq faza esa n₅ nuqtada bo'ladi.

7.3. Ikki tuz eritmasini bug'latish.

Uchlik sistemani qarayotgan izoterma eruvchanligidan izotermik kristallanish jarayoning yunalishini tahlil qilishga yordam beradigan, berilgan eritma figurativ nuqtasi, diagramma chiziqlari va nuqtalarini joylashishiga asoslangan quyidagi umumiy ta'rifni olish mumkin.

Eritmadan suvni bug'latishda yoki undan biror tuzni kristallashda berilgan eritma figurativ nuqtasi (suyuq faza tarkibi) eritmadan ajraladigan yoki eritmadan tushadigan komponent tarkibiga muvofiq nuqtadan birlashtiruvchi tug'richiziq bo'ylab suriladi. Agar komponent eritmadan ajralsa, unda figurativ nuqta bu tug'richiziq buyicha mos komponent kutbidan (tuz yoki suv) uzoqlashadi.

Bir tuz kristallansa, cho'kmaga tushayotgan tuz to'yingan eritmasi tarkibidan uzoqlashish bilan eritma tarkibi uzluksiz o'zgaradi.

Bu qoidalarini ko'llash mumkin bo'lgan xollar:

1. Qachonkn AM tuz ajralsa, unda eritma tarkibi, eritma faqat AM tuz bilan to'yingan A nuqtadan (AM tuzni kristallanish qutbidan) AC egrichiziq bo'ylab uzoqlashadi.

2. BM tuz kristallanganda, eritma tarkibi eritma fakat BM tuz bilan tuyingan B nuqtadan BC egrichizis bo'ylab uzoklashadi.

3. Qachonki ikkala tuz kristallansa, eritma tarkibi C nuktada o'zgarmasdan koladi, chunki bu xolatda A yoki V ga taraf siljishga xech qanday imkoniyat yuq.

Berilgan eritma tarkibiga muvofik keluvchi nuqtani, ajralayotgan toza komponent tarkib nuqtasi bilan birlashtiruvchi (qachonki to'yinish egrichizig'iga yetguncha eritma tarkibida o'zgarish sodir bo'ladigan) to'g'richiziqqa **bug'lanish** yoki **kristallanish** nuri deyiladi.

Shunday qilib, suvning bug'lanishida bu bug'lanish nuri bo'ladi (masalan 7.2-rasmdagi OD), yoki biror tuz kristallansa, kristallanish nuri (NA_1).

Agar nuqtani to'yinish egrichizig'idagi xarakatlanishi tuzning ajralishi bilan kuzatilsa, unda bu egrichiziq kristallanish yulini bildiradi (AC, BC).

Tayanch so'zlar va iboralar:

Izotermik, politerma, kristallanish nuri, gorizontal aks, vertikal aks, ortogonal, aks, markaziy aks, qirra, yon, yoq, asos, tuyinish yuzasi, evtektik harorat, evtonik nuqta, bug'lanish, kristallanish.

Nazorat savollari:

1. Uch komponentli sistemalarni, maksimal fazalar soni nechaga teng?
2. Politerma deb nimaga aytiladi?
3. Sistema sovitilganda, figurativ nuqta, gorizontal va vertikal akslar qanday o'zgaradi?
4. Uchlik sistema evtektik nuqtasida eritma tarkibi va qattiq faza tarkibi qanday?
5. Uchlik sistemalar politermasi qanday quriladi?
6. Vertikal aks qaysi yon yoqdan o'tkaziladi.

8- mavzu. POLITERMALARNING IZOTERMIK KESIMLARI.

O'quv moduli birliklari:

- 8.1. Izotermik buglatishda tuzlarning kristallanishi.
- 8.2. Kristallogidratli sistemalar.
- 8.3. Qo'shaloq tuzli sistemalar.
- 8.4. Aralash kristallar.

8.1. Izotermik buglatishda tuzlarning kristallanishi.

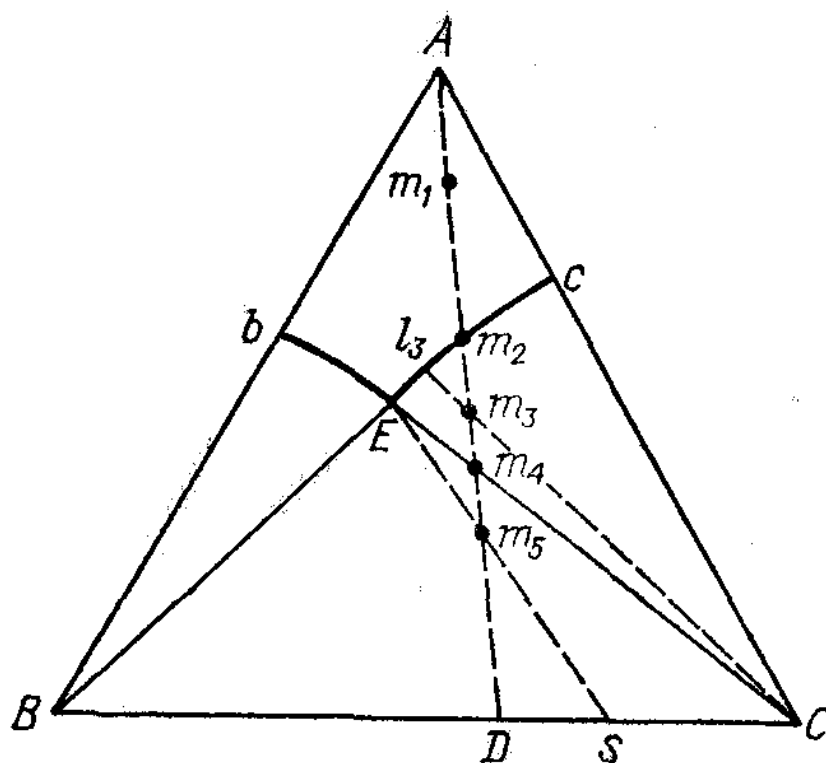
Amaliy hisoblarda politermik akslardan emas, balki uning izotermik kesmlaridan foydalaniladi.

Buning uchun politermani muvozanatdagi egri yuzalarini gorizontal tekislik bilan kesganda, tekis uchburchak ichida yotgan muayyan xaroratdagi eruvchanlik egri chiziqlari olinadi.

8.1 rasmda ikki tuzni birgalikda suyuqlanish harorati E_3^1 dan pastda va suvni kristallanish nuqtasi R (ya'ni 0°C dan) yuqori haroratda o'tkazilgan izotermik kesimi berilgan. Bu yerda Eb va Es-B va C tuzlarni eruvchanlik egri chiziqlari. b nuqta-toza B tuzni eruvchanligi (S tuz ishtirok etmaganda); s nuqta-toza C tuzni eruvchanligi (B tuz ishtirok etmaganda). AbEc-tuyinmagan eritma sohasi. Bbe tuzni kristallanish soxasi, bu

nuqta bilan ifodalangan C tuzni kristallga tushishi bilan eritma bu tuzga nisbatan kambag'allashib boradi, ammo doim to'yinganligicha qoladi. Shuning uchun sistema tarkibi m_2 dan m_4 gacha o'zgarganda eritma nuqtasi eruvchanlik izotermasi bo'yicha m_2 dan E ga harakatlanadi.

Xohlagan holatda m_2 dan m_4 gacha eritma tarkibi (masalan l_3) sistema tarkibi (m_3) va qattiq faza tarkibi (C) bilan bitta birlashtiruvchi to'g'ri chiziqli bo'ladi. C tuzni kristallanish sohasida C nuqtadan o'tkazilgan to'g'ri chiziqli C tuzni kristallanish nuri bo'ladi (masalan $C1_3$). Umuman muvozanatda bo'lgan ikki fazani figurativ nuqtalari orqali o'tkazilgan kesim, birlashtiruvchi to'g'ri chiziqli yoki **kristallanish nuri** deb ataladi.



8.3-rasm. B-C-A sistemani izotermik eruvchanligi.

Qachonki sistema holati m_4 nuqtaga yetganda eritma tarkibi E-evtonik nuqtaga siljiydi, va eritma B tuzga nisbatan ham to'yinadi, bug'latishni yana davom ettirish bilan chukmaga S tuzdan tashqari V tuz ham o'ta boshlaydi. Eritma tarkibi esa E-evtonik nuqtada o'zgarmasdan qoladi. Eritma tarkibi (E-nuktada) sistema to'liq quriguncha davom etadi. Izotermik bug'latishda evtonik nuqta tuyingan eritma tarkibi o'zgarishini ohirgi

holati. Cho‘kma tarkibida B tuzni ko‘payishi bilan uni tarkibi uchburchakni VS tarafi bo‘yicha S nuqtadan V nuqta tarafga siljiydi.

Qachonki sistema holati m_5 nuqtaga mos kelganda, eritma tarkibi E nuqtada qolgan holda, cho‘kma tarkibi C nuqtada bo‘ladi.

Sistema to‘liq bug‘latilganda sistema va cho‘kma tarkibi D nuqtada muvofiklashadi, eritma (suyuq faza) yo‘qoladi.

Richag qoidasiga binoan xoxlagan vaqtdagi sistema tarkibiy qismlari mikdori nisbati, sistema nuqtasida tarkibiy kislmlari nuqtalarigacha bo‘lgan tug‘ri kesimlar uzunligiga teskari proposional.

Masalan, qachonki sistema m_5 nuqtada bulsa, u holda

$$\frac{\text{Bug‘langan suv mikdori}}{\text{Sistemani qolgan miqdori}} = \frac{m_1 m_5}{m_1 A}$$

$$\frac{\text{Cho‘kma mikdori}}{\text{Eritma miqdori}} = \frac{E m_5}{m_5 S}$$

$$\frac{\text{Chukmadaga C tuzi miqdori}}{\text{Cho‘kmadagi B tuz miqdori}} = \frac{B S}{C S}$$

8.2. Kristallogidratli sistemalar.

Ko‘pincha tuzlar kristallogidrat shaklida kristallanadi (8.4-rasm). Izotermik diagrammada C tuzni kristallogidrat tarkibi uchburchakning AC tarafida yotuvchi F nuqtada ifodalangan.

ABF uchburchakdagi izotermik bug‘latish jarayoni yuqoridagi kristallogidrat hosil qilmaydigan sistemalardagi singari bo‘ladi. Farq shundaki FcE sohada c tuz emas uning F tarkibli kristallogidrati tushadi, BFE- sohada suvsiz B tuzi va kristallogidrat F birgalikda kristallanadi. BCF- sohada suyuq faza bo‘lmaydi, suv komponent sifatida qattiq F birikma tarkibiga kiradi. Bu yerda kristallogidrat va suvsiz B va C tuzlar sohasi. m_1 tarkibli eritmadan suv izotermik bo‘g‘latilganda avvalo m_2 nuqtada eritma cho‘kmaga ajraladigan

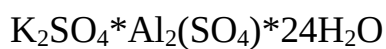
8.3. Qo'shaloq tuzli sistemalar.

Uchlik suvli sistemalarda sistema tarkibiga kiradigan nafaqat tuzlarning kristallogidratlari, balki suvsiz va gidratlangan qo'shaloq tuzlar xam kirishi mumkin.

Bu birikmalar ma'lum bir harorat oralig'ida mavjud bo'lishi mumkin, aks holda ular parchalanadi yoki boshqasiga aylanadi.

Ba'zi bir hollarda qo'shaloq tuzlar butun harorat oralig'ida –evtonik nuqtadan suvsiz tuz bilan birgalikda suyuqlanish haroratigacha barqaror bo'lishi mumkin.

Agarda ma'lum miqdordagi suvda qo'shaloq tuzni qisman eritganimizda hosil bo'lgan to'yingan eritmadagi tuzlar nisbati qattiq holdagi singari bo'lsa, unga kongruent eruvchi deb nomlanadi. Shunday xolatda qo'shaloq tuzdan yoki uni alohida komponentlaridan (stexiometrik) mos miqdorda olib tayyorlangan eritma bug'latilsa qo'shaloq tuzni o'zi kristallanadi. Bunga alyumokaliyli achchiqtosh misol bo'lishi mumkin.



Boshqa qo'shaloq tuzlar inkongruent eriydi. Bunda xosil bo'ladigan eritma tarkibi qo'shaloq tuz tarkibiga mos kelmaydi. Qo'shaloq tuz tarkibiga mos keluvchi to'yingan eritma izotermik bo'g'latilganda, qo'shaloq tuz emas uni tarkibiy qismlaridan biri kristallanadi. Bunga misol karnallit $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ bo'lish mumkin. Buni cheklangan miqdoridagi suv bilan ishlenganda eritmaga asosan MgCl_2 o'tadi, xlorid kaliy esa qattiq fazada qoladi.

Qo'shaloq tuz barqaror bo'lgan xolda izotermik diagrammada qo'shaloq tuz bilan uni to'yingan eritmasi muvozanatda bo'lgan muvozanat chizig'i hosil bo'ladi. Qo'shaloq tuzni eruvchanlik egri chizig'i oddiy tuzlarni yoki ularni kristallogidratlarini eruvchanlik egri chiziqlari bilan kesishadi.

8.5-rasmda B va C komponentlardan iborat tarkibi D bo'lgan suvsiz qo'shaloq tuz hosil qiladigan sistema izotermik eruvchanligi ifodalangan.

Bu yerda:

be_1 – suvsiz B tuzni to'yinish chizig'i.

ce_2 – C tuzni F kristallogidratini to'yinish chizig'i.

$E_1E_2 - D$ qo'shaloq tuzni to'yinish chizig'i.

Ko'rib turibmizki, bu xolda ikkita E_1 va E_2 evtonik nuqta bo'ladi.

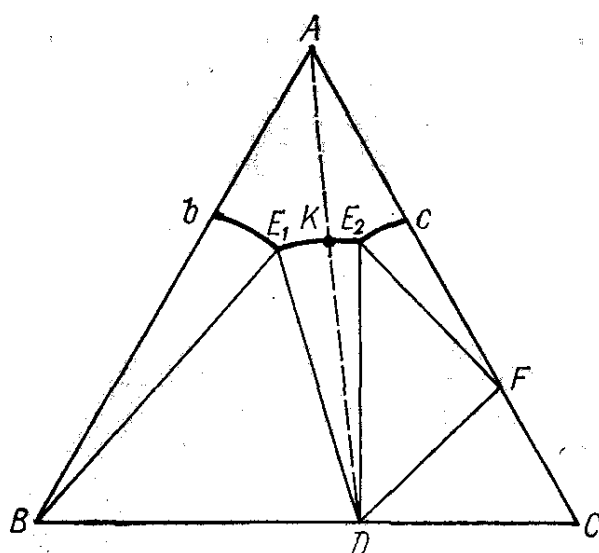
E_1E_2D – qo'shaloq tuzni kristallanish sohasi.

BE_1D – qo'shaloq tuz va suvsiz V tuzni birgalikdagi kristallanish sohasi.

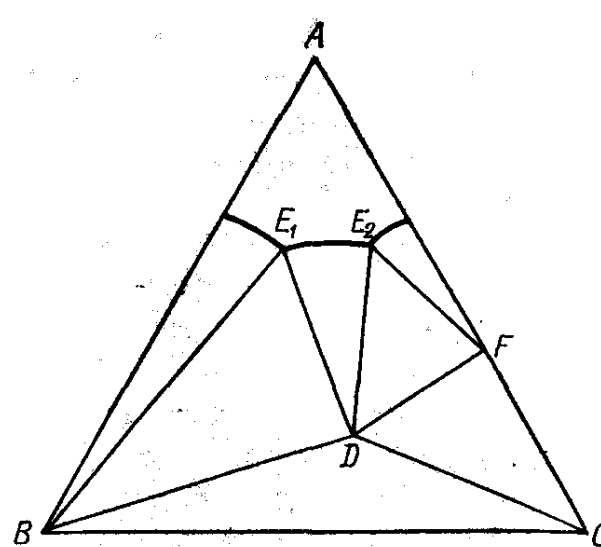
FE_2D – F kristallogidrat va qo'shaloq tuzni birgalikdagi kristallanish sohasi.

DFC – ichida suyuq faza bo'lmaydi. Bu yerda C, D va F lardan iborat faqat qattiq faza bo'ladi.

Agarda qo'shaloq tuz gidratlangan bo'lsa uni tarkibi, D nuqta uchburchak ichida yotadi (8.6- rasm).



8.5-rasm. Suvsiz qo'shaloq tuz hosil bo'ladigan uchlik sistema eruvchanlik sistemasi.



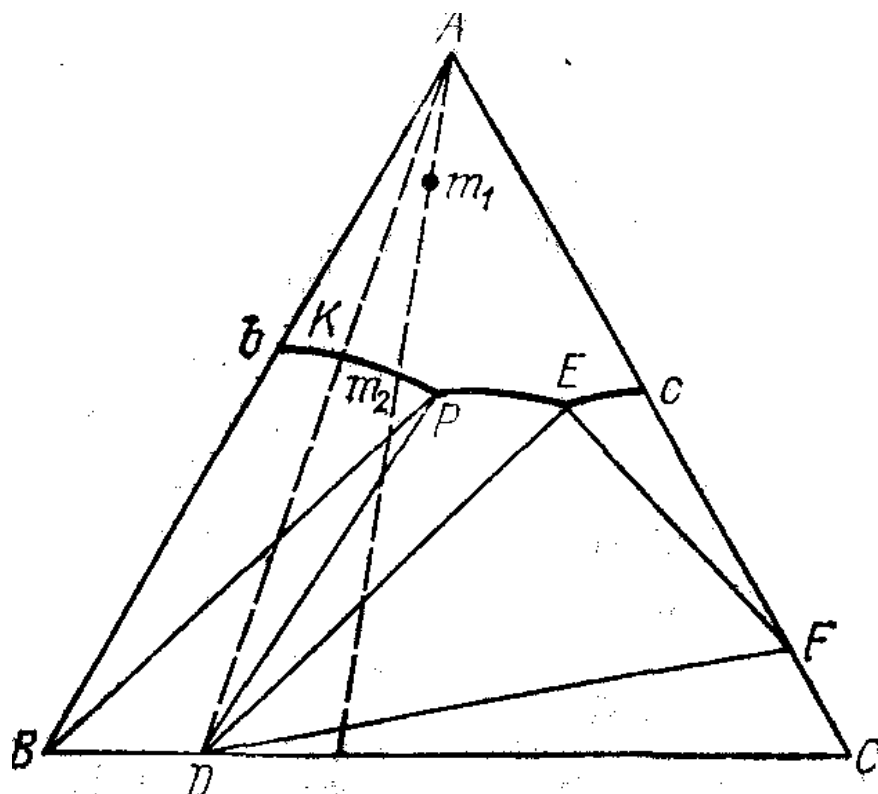
8.6-rasm. Suvli qo'shaloq tuz hosil qiluvchi uchlik sistema eruvchanlik izotermasi.

Suvni tarkib nuqtasi A dan qo'shaloq tuz tarkibi, D nuqtaga o'tkazilgan bug'lanish nuri, qo'shaloq tuzni eruvchanlik chizig'ini kesib o'tishi mumkin (8.5-rasmga qarang) yoki oddiy tuzlardan birini eruvchanlik chizig'ini, masalan B tuzni (8.7-rasm). Tuzlar massasi tarkibi qo'shaloq tuz tarkibiga mos keladigan eritmadan suv izotermik bug'latilganda (8.5-rasmdagi singari xolatda) qattiq fazaga qo'shaloq tuz ajraladi. Shu bilan bir vaqtda to'yingan eritma tarkibi o'zgarmaydi va uni figurativ nuqtasi K eritma to'liq qurimaguncha o'zgarmasdan qoladi, xattoki u invariant bo'lmasa ham.

Ikkinchi holatda (8.7-rasm) dastlab eritma B tuzga nisbatan to'yinadi va keyinchalik shu tuz cho'kmaga ajraladi, shuning uchun eritmadagi tuzlar nisbati o'zgarib turadi.

8.5-rasmda kursatilgan diagrammada E_1 va E_2 - kongruent nuqtalar, ularni har birida eritma ikkita qattiq faza bilan muvozanatda bo‘ladi.

8.7-rasmda ko‘rsatilgan diagrammada faqat E- evtonik nuqtagina kongruent. R nuqta esa inkongruent – bu o‘tish nuqtasi yoki aylanish nuqtasi deyiladi.



8.7-rasm. Inkongruent o‘tish nuqtali eruvchanlik izotermasi.

Evtonik nuqtani kongruentligini geometrik alomati, buni evtonik eritma bilan muvozanatda bo‘lgan tuz tarkibi va suv tarkibini tutashtirishdan hosil bo‘lgan uchburchak ichida bo‘lishidir. Xaqiqatdan ham 16-rasmda AD chiziq ABC uchburchakni ikkita ABD va ADC uchburchaklarga ajratadi.

E_1 - evtonik ABD uchburchak ichida, E_2 -esa ADC ichida. Ikkala evtonika xam kongruent, chunki xohlagan boshlang‘ich tarkibli eritma bug‘latilganda ulardagi tuzlarni nisbati evtonik tarkibga yetganda, bu nisbat chukmadagi tuzlar nisbatiga mos keladi. Sistema eritmani figurativ nuqtasi evtonik nuqtadan o‘zgarmagan holda quriydi.

Xuddi shu fikrni 8.7-rasmdagi evtonik E nuqtaga nisbatan ham aytish mumkin. Bu diagrammadagi P nuqta inkongruentidir- u ABD uchburchak chegarasidan tashqarida yotibdi. Agarda boshlang‘ich eritma tarkibi m_1 bo‘lsa, bu bo‘g‘latilganda m_2 nuqtada

eritma B tuzga nisbatan to'yinadi. B tuzni ajralishi eritmani bu tuzga nisbatan kambag'allashishiga olib keladi, eritma tarkibi B tuzni kristallanishi bilan, m_2 dan P ga harakatlanadi.

Eritma tarkibi P o'tish nuqtasiga yetganda, eritma D qo'shaloq tuzga xam to'yinadi va D cho'kmaga ajralib chiqa boshlaydi. Qo'shaloq tuzdagi B komponent miqdori P nuqtadagi eritmadagi tuz massasidan ko'p (P nuqta AD nuqtadan o'ngda), qo'shaloq tuz cho'kishi bilan eritma B tuzga nisbatan kambag'allashishi kerak edi, ammo oldin cho'kkan V tuzni qayta erishini hisobiga, o'zgarmaydi.

Oldin tushgan hamma B tuz erib qo'shaloq tuzga aylanib bo'lmaguncha eritma tarkibi R nuqtada qoladi.

Shunday qilib P nuqta oldin cho'kmaga tushgan B tuzini D qo'shaloq tuzga aylanishi kuzatiladi D tuzini yanada ajralishi eritmani B tuzga C tuzga qaraganda nisbatan ko'proq, kambag'allashishiga olib keladi.

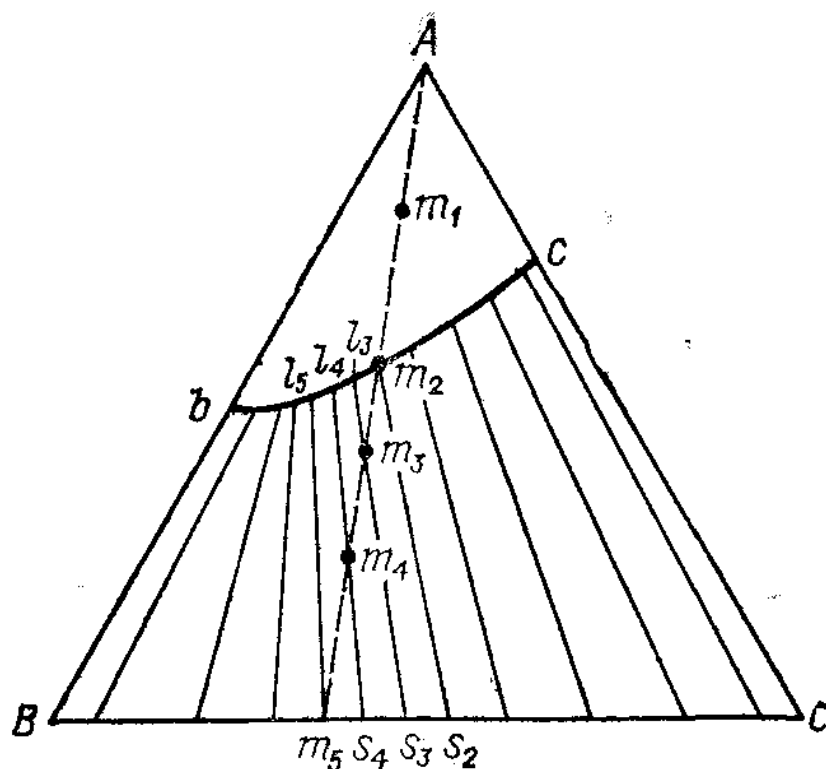
Shuning uchun eritma tarkibi o'zgara boshlaydi uni figurativ nuqtasi PE to'yinish chizig'i bo'ylab V tuz miqdori kam bo'lgan YE nuqtaga tomon o'zgaradi. E evtonik nuqtaga yetishi bilan eritmada qo'shaloq tuz bilan birga kristallanadigan S tuz kristallogidрати F bilan xam to'yinadi.

Bu holda cho'kmaga ajralgan va eritmadagi tuz massalari bir xil bo'ladi. Eritma tarkibi, u to'liq qurimaguncha doimiy qoladi. E- nuqta kongruent. Shunday qilib, o'tish nuqtasi P, evtonik E nuqtadan farq qilib, izotermik bug'latishning oxirgi qismi emas. Ammo sharoit xosil qilishganda P-nuqta inkongruent bo'lishiga qaramasdan, bug'latilayotgan eritma tarkibi P-nuqtaga yetganda ko'rishi mumkin. Bunday xolat, bug'latiladigan eritmada B- tuzini miqdori hosil bo'ladigan qo'shaloq tuz D-ga nisbatan boyroq bo'lsa kuzatiladi (kristallanish nuri AD chaproqqa so'rilgan bo'ladi). Bu holda dastlab B tuz ko'proq kristallanadi, so'ng qo'shaloq tuz hosil bo'lishida eriydi va eritma tarkibi (P- nuqtadan) o'zgaraman deguncha sistema quriydi.

8.4. Aralash kristallar.

Ba'zi bir sistemalarda kristallanishda qattiq fazadagi individual kimyoviy birikmalar bilan bir qatorda qattiq eritma ham ajraladi. Bu kristallarning tarkibi suyuq fazaning miqdoriy tarkibiga bog'liq holda uzluksiz o'zgarib turadi. Bunday kristallar aralashmalar deb yuritiladi. Ularni tarkibi toza B tuzdan toza C tuzgacha o'zgarishi yoki ma'lum oralig'dagi aralashma tarkibi bilan chegaralanishi mumkin.

8.8-rasmda, aralash kristallar tarkibi toza B tuzdan toza C tuzgacha o'zgaradigan sistema diagrammasi berilgan. To'yingan eritma vs chizig'i likvidus chizig'i solidus chizig'ida yotadigan muvozanatdagi qattiq faza tarkibga muvofiq bo'ladi.



8.8-rasm. Aralash kristallarni uzliksiz qatorini hosil qiluvchi sistema izotermasi.

Likvidus chizig'idagi har bir nuqta, eritma bilan muvozanatda bo'lgan solidus chizig'idagi aralash kristall tarkibini ko'rsatuvchi nuqtaga mos keladi. Likvidus va solidus chiziqlaridan mos muvozanatdagi nuqtalardan birlashtiruvchi to'g'ri chiziq o'tkaziladi. m_1 tarkibli eritma izotermik bug'latilganda sistema figurativ nuqtasi A m_5 nur bo'ylab harakatlanadi. m_2 nuqtaga yetganda eritma to'yinadi, va undan S_2 tarkibli B+C tarkibli aralash kristallar ajralib chiqa boshlaydi. Bug'latishni davom ettirish bilan eritmaning va

kristallarning tarkibi uzluksiz o'zgara boradi. Qachonki sistema tarkibi m_3 bo'lganda eritma tarkibi l_3 , cho'kma esa $-S_3$ nuqta bilan ifodalanadi. Sistema to'liq quriganda cho'kma tarkibi m_5 , ko'rish oldidagi eritma tarkibi l_5 ga mos keladi.

Eritma va cho'kmani tuz tarkibi bir xil bo'lsa ularni tarkibini uzluksiz o'zgarishini to'xtatish mumkin. Bu xolda kristallanish nuri birlashtiruvchi to'g'ri chiziq yo'nalishi bilan mos tushadi.

8.8-rasmda ifodalangan diagrammada bu narsani eritma tarkibi eng ko'p B yoki C tuzdan iborat bo'lganda kuzatish mumkin. Oraliqdagi tarkibli eritmalar, eritma va cho'kma tarkibi o'zgarmay qolguncha oldinroq quriydi.

Tayanch so'zlar va iboralar:

Izotermik kesim, izotermik bug'latish, kristallanish nuri, kristallogidratli sistemalar, qo'shaloq tuz, achchiq tosh tuzi, karnalit, geometrik alomat, aralash kristallar, qattiq eritma.

Nazorat savollari:

1. Kristallanish nuri deb nimaga aytiladi?
2. Izotermik kesim nima?
3. Izotermik bug'latish deganda nimani tushinasiz?
4. Geometrik alomat nima?

9- mavzu. UCH KOMPONENTLI SISTEMALAR DIAGRAMMASINI TO'G'RI BURCHAKLI KOORDINATALAR O'QIDA IFODALASH.

O'quv moduli birliklari:

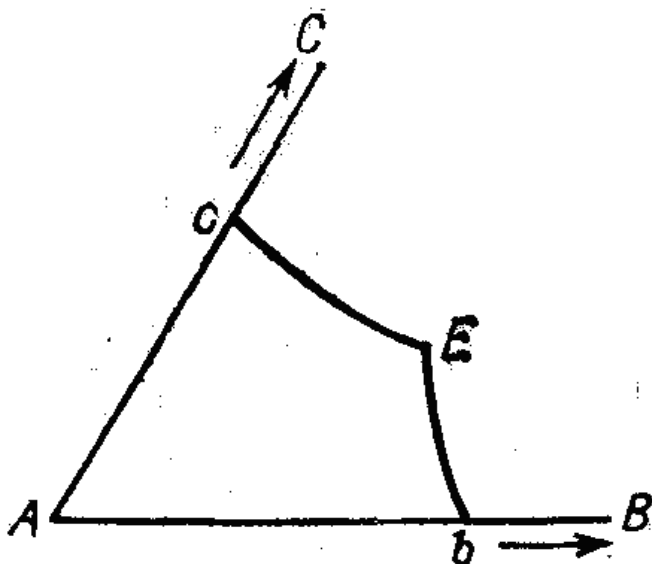
9.1. Uchlik sistemalar eruvchanlik diagrammasini to'g'ri burchakli koordinatali o'qlarda ifodalash.

9.2. Uchlik sistemalarni to'g'ri burchakli koordinatalar o'qidagi politermasi.

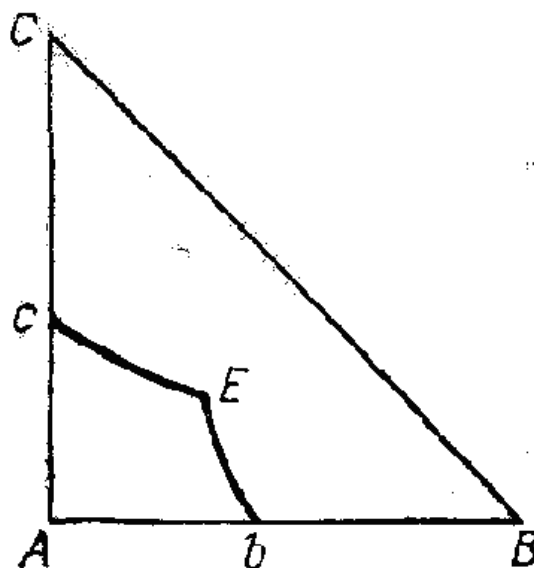
9.1. Uchlik sistemalar eruvchanlik diagrammasini to'g'ri burchakli koordinatali o'qlarda ifodalash.

Uch komponentli sistemalar eruvchanlik diagrammasini nafaqat teng tomonli uchburchak bilan, balki boshqa usullarda ham ifodalash mumkin. 9.1-rasmda teng tomonli uchburchakda ifodalangan B va C tuzlarni eruvchanlik izotermik diagrammasini suv burchagi A ko'rsatilgan.

Agarda bu burchakni to'g'ri burchakkacha kengaytirsak, u xolda burchak teng yonli to'g'ri burchakka aylanadi (9.2-rasm).



9.1-rasm. Diagrammani suvli burchagi.



9.2-rasm. Teng tomonli to'g'ri burchakli uchburchakdagi uchlik sistema eruvchanlik izotermasi.

Bunday uchburchaklardan foydalanishni afzalligi, bu diagrammani chizishda to'g'ri burchakli setkalardan, masalan millimetrli qog'ozlardan foydalanish imkonidir. Bu yerda

shuni hisobga olish kerakki, BC tarafni masshtabi, tuzlarni miqdori og'irlik yoki molyar qismlarda (foizlarda) ifodalangan AB va AC tomonlar masshtabiga mos kelmaydi.

Umuman uchlik sistemalarni izotermik eruvchanligini ifodalash uchun, turli uzunlikka ega bo'lgan katetli xohlagan to'g'riburchakli uchburchaklardan foydalanish mumkin. Bu xolda ularni masshtabi ham turlicha bo'ladi. Bu asosan eruvchanligi katta farq qiladigan tuzlardan iborat sistema diagrammasini ifodalashda qo'l keladi. Bular teng tomonli uchburchaklarga chizilgan diagrammalardan farq qilmaydi, chunki barcha diagrammalardan foydalanish usullari bir xil.

To'g'ri bo'rchakli koordinatalar o'qidan foydalanishda gohida Sxreynemakers usuli qo'llaniladi. Eritma yoki qattiq fazadagi tuzlarni gramm yoki mol miqdori ma'lum miqdordagi (ko'pincha 100 yoki 1000 gramm yoki mol suvga) suvga nisbatan ifodalanadi.

1000 mol suvdagi ma'lum sondagi tuz mollarini biriktirgan eritma miqdori molyar birlik deb ataladi(MB).

Masalan, 1000 mol suv 80mol NaCl biriktirsa 1MB 80 NaCl+1000H₂O bo'ladi, uning og'irligi esa $80 \times 58,44 + 1000 \times 18 = 22675 \text{ g} = 22,68 \text{ kg}$

Koordinata boshi A nuqta toza suvga to'g'ri keladi (9.3-rasm), toza tuzlarni nuqtasi B va C o'qlarda yotadi va ular cheksizlikka intiladi. Bu sistema koordinatalari barosentrik emas, shuning uchun bularga richag qoidasini qo'llab bo'lmaydi.

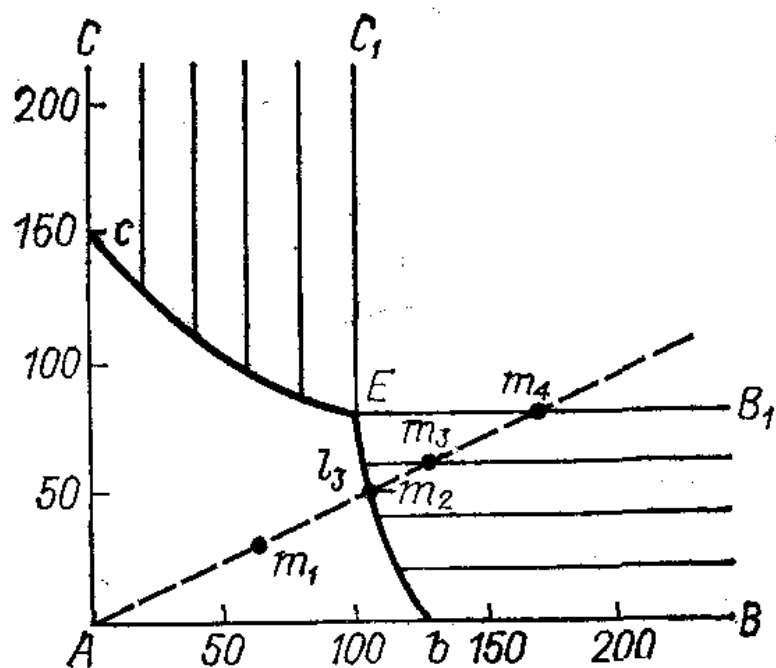
Ifodalangan izotermik diagramma toza B tuzni 1000g suvdagi eruvchanligi 125g, C tuzniki esa 150g. Evtonik eritma tarkibi (E nuqtada)-100g B + 80g C 1000g suvda.

AbEc--- to'yinmagan eritma sohasi

BbEB₁ --- B tuzni kristallanish soxasi (Bu yerda eritma B tuzga nisbatan to'yingan va shu tuzni qattiq fazadagi kristallari bilan muvozanatda bo'ladi).

CcEC₁ --- C tuzni kristallanish sohasi.

Parallel chiziqlar bu sohalardagi to'yingan eritma figurativ nuqtasi bilan muvozanatda bo'lgan kristall tarkibini tutashtiradi. Bu chiziqlar masalan bB bilan EB₁ chiziqlarda B(B₁) nuqtada uchrashadi. B₁EC₁ burchak ichi – B va C tuzlarni birgalikda kristallanish soxasi. Bu yerda qattiq faza evtonik eritma bilan muvozanatda bo'ladi.



9.3-rasm. To‘g‘ri burchakni koordinatalari o‘qidagi eruvchanlik izotermasi.

Eritmalarni izotermik bo‘g‘latishda qolgan sistema tarkibidagi tuzlar miqdori o‘zgarmaydi, ular o‘rtasidagi nisbat doimiy qoladi, shuning uchun sistema figurativ nuqtasi A koordinata boshidan, sistemani boshlang‘ich tarkibi m_1 nuqta orqali o‘tkazilgan, bug‘latish nuri bo‘ylab siljiydi.

m_2 xolatga yetganda eritma B tuzga nisbatan to‘yinadi. Bug‘latishni yana davom ettirsak bu tuz ajralib chiqa boshlaydi, eritma tarkibi esa to‘yinish chizig‘ida m_2 dan E gacha o‘zgaradi.

Birlashtiruvchi to‘g‘ri chiziq qoidasiga binoan sistema figurativ nuqtasi m_3 bo‘lganda, eritma tarkibi l_3 da cho‘kma esa B (cheksizlikda) nuqtada bo‘ladi.

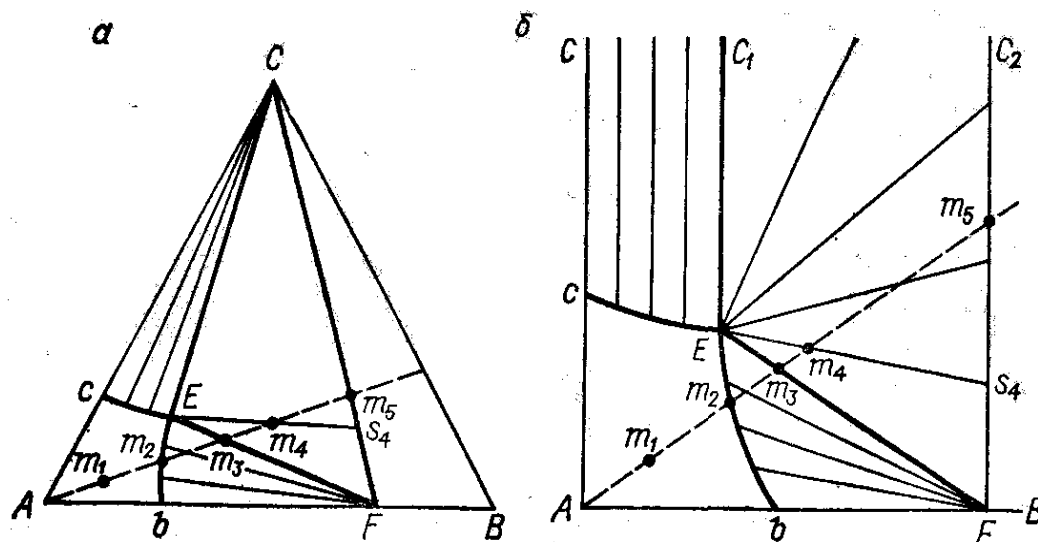
Qachonki sistema figurativ nuqtasi m_4 bo‘lganda eritma tarkibi evtonik tarkibga teng bo‘ladi. Bo‘g‘latishni yana davom ettirilsa, cho‘kmaga ikkala tuz ham ajrala boshlaydi. Eritma tarkibi esa evtonik nuqtada qoladi.

9.4a rasmda, B tuz F tarkibli kristallogidrat hosil qiladigan sistemani izotermik eruvchanligi uchburchakli diagrammada, 9.4b rasmda esa to‘g‘ri burchakli koordinatada ifodalangan.

AC, EC₁ va FC₂-- chiziqlar cheksizlikka qo‘yilgan C nuqtada birlashadi (9.4 b)

m_1 tartibli sistemani izotermik bug‘latilganda sistema m_2 holatga kelganda eritmada F kristallogidrat chukmaga tusha boshlaydi. m_3 nuqtada chukmadagi kristallogidrat tarkibiga C tuz xam qo‘shiladi, eritma tarkibi evtonik nuqtaga muvofiq keladi. Cho‘kma tarkibi esa kristallogidratni F nuqtadan, FC_2 chiziqli buylab C tuzini miqdori ko‘payishi C_2 tomonga siljiydi.

Qachonki sistema m_4 nuqtada bo‘lsa cho‘kma tarkibi S_4 , m_5 bo‘lganda esa sistema butunlay quriydi. Cho‘kma tarkibi suvsiz C tuzdan va B tuzni F tarkibli kristallogidratidan iborat bo‘ladi. Bug‘latishni davom ettirsak bu sistemada kristallogidratni suvsizlanishi sodir bo‘ladi. Shunday qilib 23b rasmdagi FC_2 chiziqliqda unda suyuq faza bo‘lmaydi.



9.4-rasm. Kristallogidratli sistema eruvchanlik izotermasi.

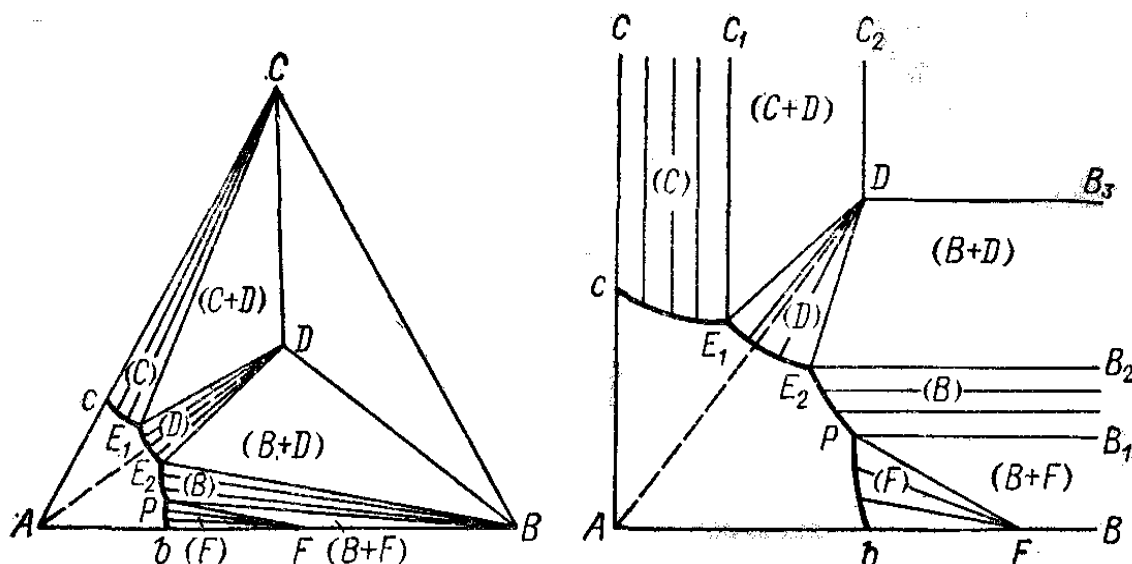
9.5-rasmda ma‘lum xarorat va konsentrasiyalari eritmada qattiq holda suvsiz B tuzi va kongruent eruvchi qo‘shaloq D tuz kristallogidratini mavjud bo‘la olishi mumkin bo‘lgan uchlik sistemani murakkab izotermik eruvchanligi ifodalangan.

Diagramma soxalari qavs ichidagi harflar bilan belgilangan.

C_2DB_3 – soha ichida suyuq fazasi bo‘lmagan sistema figurativ nuqtalari joylashgan.

To‘g‘ri burchakli diagrammadagi har bir soha chiziqli va nuqta (gohida cheksizlikda joylashuvchi) uchburchakli diagrammadagi soha, chiziqli va nuqtaga mos kelganligi uchun yuqorida qaralgan invariant nuqtalarni kongruent yoki inkongruentlik alomatlari bunda ham saqlanib qoladi.

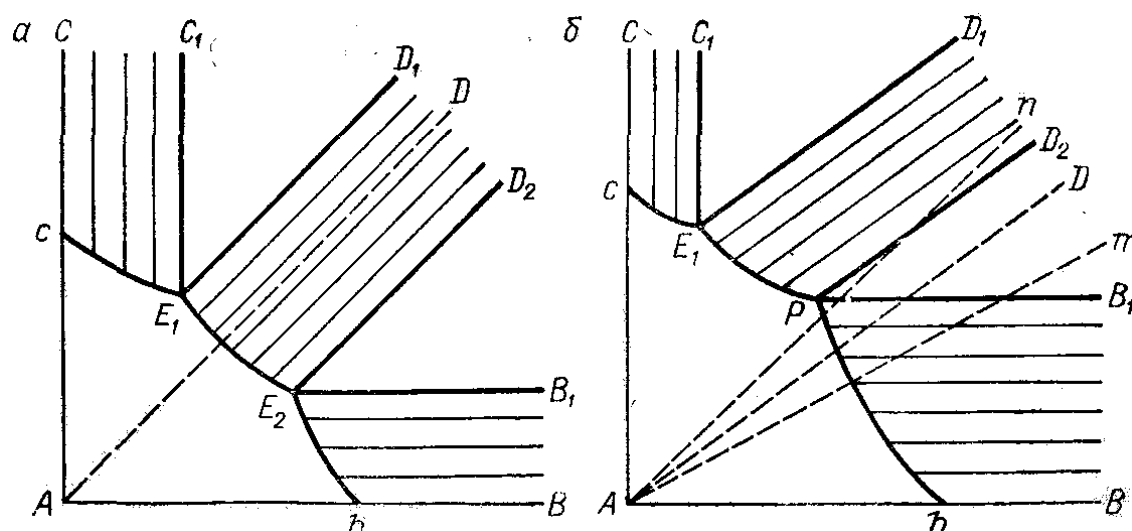
E_1 va E_2 evtonikalar kongruentli, chunki ulardan har biri muayyan birikmalari muvozanatda turgan uchburchaklar ichida joylashgan (to'g'ri burchakli diagrammada ADC uchburchakni C nuqtasi va ADB uchburchakni B nuqtasi cheksizlikda joylashgan).



9.5-rasm. Kristallogidrat va suvli qo'shaloq tuz hosil qilgan sistema eruvchanlik izotermasi.

O'tish nuqtasida P inkongruent, chunki P nuqtada muvozanatda turuvchi suv nuqtasi A kristallogidrat F va suvsiz tuz B bitta AB to'g'ri chiziqda joylashgan va P nuqta ulardan hosil bo'ladigan AFB (AB mos kelayotgan) uchburchakdan tashqarida joylashgan.

Agarda qo'shaloq tuz suvsiz bo'lsa, u holda uning tarkibini ko'rsatuvchi D nuqta cheksizlikda joylashadi (9.6-rasm).



9.6-rasm. Suvsiz qo'shaloq tuzli sistema eruvchanlik izotermasi.

Qo'shaloq tuzdagi C va B tuzlari nisbatiga muvofiq keluvchi AD chiziq og'gan bo'ladi. Qo'shaloq tuzni D sohasini chegaralovchi E_1D_1 va E_2D_2 chiziqlar AD ga parallel bo'ladi va cheksizlikda D, D_1 va D_2 nuqtalar birlashadi. 9.6a rasmdagi diagramma qo'shaloq tuz kongruent eriydigan holatni ifodalaydi. 9.6b rasmdagi diagramma qo'shaloq tuz inkongruent bo'lgan holatga: o'tish nuqtasi PDAB uchburchakdan tashqarida joylashgan. Albatta, sistemadagi suvni AD ga nisbatan absissa o'qiga nisbatan kichikroq Am bug'latish nuri bo'yicha, ya'ni sistemada B komponent qo'shaloq tuzga nisbatan ko'proq bo'lgan holatda izotermik bug'latganimizda sistema inkongruent P nuqtada to'liq quriydi. Bu holda sistema figurativ nuqtasi Am nur bo'ylab harakatlanadi, ammo $D_1 E_1 PD_2$ sohaga tusha olmaydi, chunki eritma tarkibi P nuqtaga yetgach boshqa uzgara olmaydi.

Agarda bug'latish nuri AD ga nisbatan absissa o'qiga nisbatan kattoroq burchakda o'tgan bo'lsa, bu holda eritma tarkibi P nuqtaga yetgandan so'ng doimiy qolmasdan PE_1 chiziq bo'yicha o'zgaradi, qachonki E_1 nuqtaga yetganda doimiy qoladi (9.6- rasmni qarang).

9.2. Uchlik sistemalarni to'g'ri burchakli koordinatalar o'qidagi politermasi.

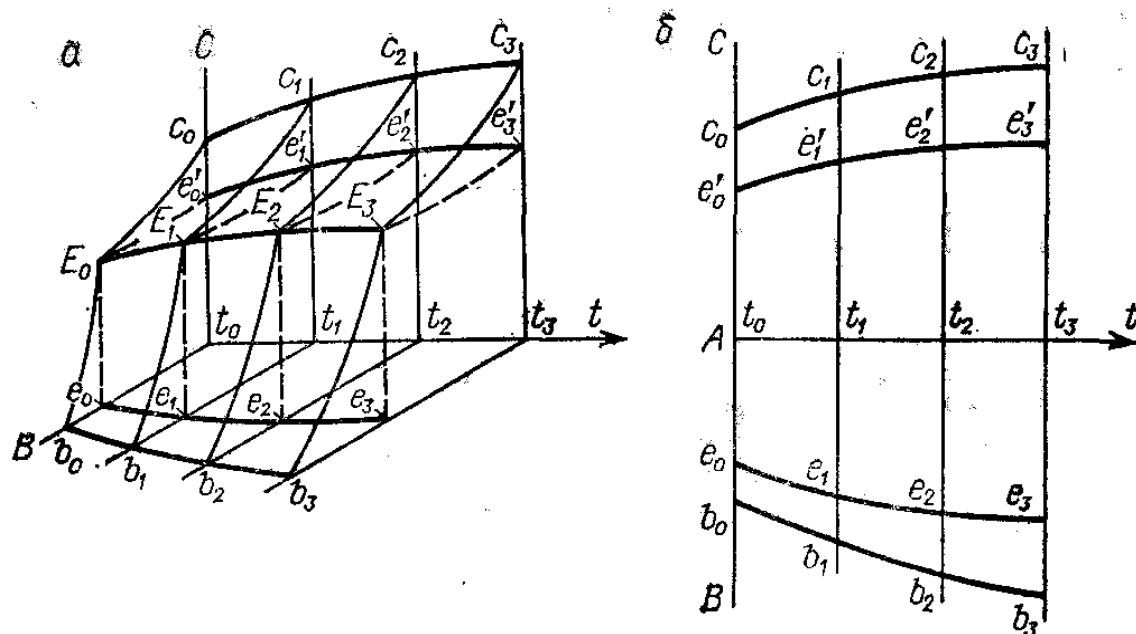
Sistemalarni qizdirish va sovutishda erish va kristallanish jarayonlari bilan bog'liq masalalarni yechish uchun politermik diagrammalardan foydalaniladi.

Agarda izotermik diagramma tekisligining koordinatalar boshidan perpendikulyar qilib, uchinchi harorat o'qini o'tkazsak va har bir haroratdagi izotermik tekisliklari qo'yilsa, uchlik sistemani to'g'ri burchakli koordinatalar o'qidagi fazaviy politermik diagrammasi olinadi (9.7-rasm).

9.7a rasmda shunday politerma va 9.7b rasmda esa uni harorat va komponentlar konsentrasiyasi o'qida xosil bo'lgan tekisliklarga aksi ko'rsatilgan.

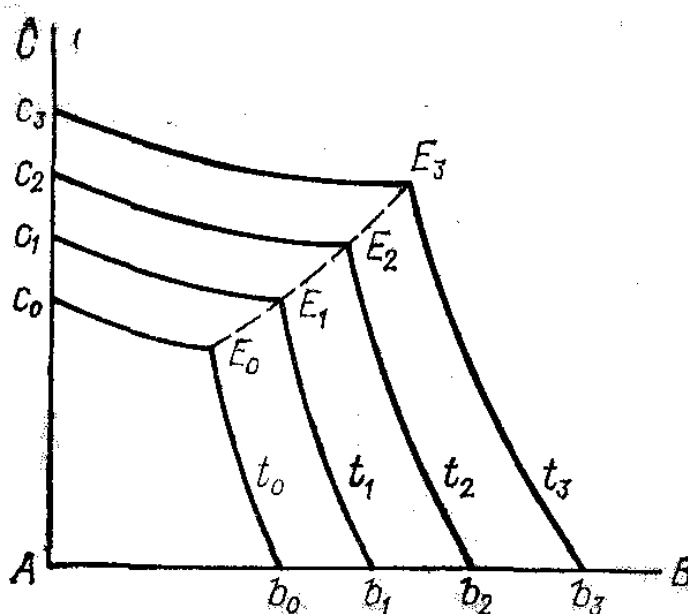
Bu yerda b_0, b_1, b_2, b_3 nuqtalar toza B tuzni t_0, t_1, t_2, t_3 haroratlardagi eruvchanligi, C_0, C_1, C_2, C_3 nuqtalar toza C tuzni eruvchanligi, E_0, E_1, E_2, E_3 - B va C tuzlari birgalikda kristallanish evtonik nuqtasi. e_0, e_1, e_2, e_3 va $e_0^1, e_1^1, e_2^1, e_3^1$ nuqtalar – koordinatalar tekisligidagi evtonik nuqtalarning aksi. b_0b_3, C_0C_3 -egri chiziqlari mos xolda B va C

tuzlarning politermik eruvchanligi. E_0E_3 va uning akslari e_0e_3 va $e_0^1e_3^1$ - evtonik egri chiziqlari. Bu egri chiziqlarning barchasi muayyan kattaliklarning haroratga bog‘liqligini ko‘rsatadi.



9.7-rasm. Uchlamchi sistema politermasi va uni aksi.

$b_0b_3E_3E_0$ va $c_0c_3E_3E_0$ politermik yuzalar to‘yinmagan eritma sohasini, bu yuzalar va sistemani tashqi muhitdan ajratib turuvchi koordinatalar tekisligi orasidagi, qattiq faza bilan muvozanatda bo‘lgan to‘yingan eritma sohasini ajratib turadi.



9.8-rasm. Uchlamchi sistema politermasining izotermik kesimlari aksi.

Politermani tekislikdagi proyeksiyasi, eruvchanlik izotermalari haroratga o'tkazilgan perpendikulyar bilan birlashib ketadi, shuning uchun bunday diagrammadan amaliy ishda foydalanish qiyin.

Shuning uchun ko'pincha politermani harorat o'qiga normal tekislikdagi aksi olinadi. Bu holda politermik diagramma tekislikda bir qancha t_0, t_1, t_2, t_3 izotermalarni o'tkazish yo'li bilan olinadi (9.8-rasm).

Tayanch so'zlar:

To'g'ri burchakli uchburchak, masshtab, to'g'ri burchakli koordinatalar, Sxreynemakers, molyar birlik, cheksizlikga, barosentrik, bug'latish nuri, konrguent qo'shaloq tuz, inkongruent qo'shaloq tuz, kristallogidratli qo'shaloq tuz.

Tayanch so'zlar va iboralar:

1. Uchlik sistemalarni diagrammasi qanday usullarda ifodalanadi?
2. Sxreynemakers usulida uchlik sistemalar diagrammasi qanday ifodalanadi?
3. Molyar birlik nima?
4. Barosentrik bo'lmagan koordinatalarda ifodalangan sistemalar diagrammasiga richag qoidasini qo'llab bo'ladimi?
5. Kristallogidratli qo'shaloq tuz hosil qiluvchi uchlik sistema diagrammasini tavsiflang?
6. Inkongruent qo'shaloq tuz hosil qiluvchi sistema qachon R nuqtada va qachon E_1 nuqtada quriydi?
7. Erish va kristallanish jarayonlarini tahlilida qanday diagrammalardan foydalaniladi?
8. Politermik diagramma qanday yasaladi?
9. Amaliy hisoblarda politermalardan foydalanib bo'ladimi?
10. Politermadan qanday foydalaniladi?

10- mavzu. UCH KOMPONENTLI SISTEMALARNI TENG TOMONLI UCH BURCHAKLI DIAGRAMMASIDAN FOYDALANISH.

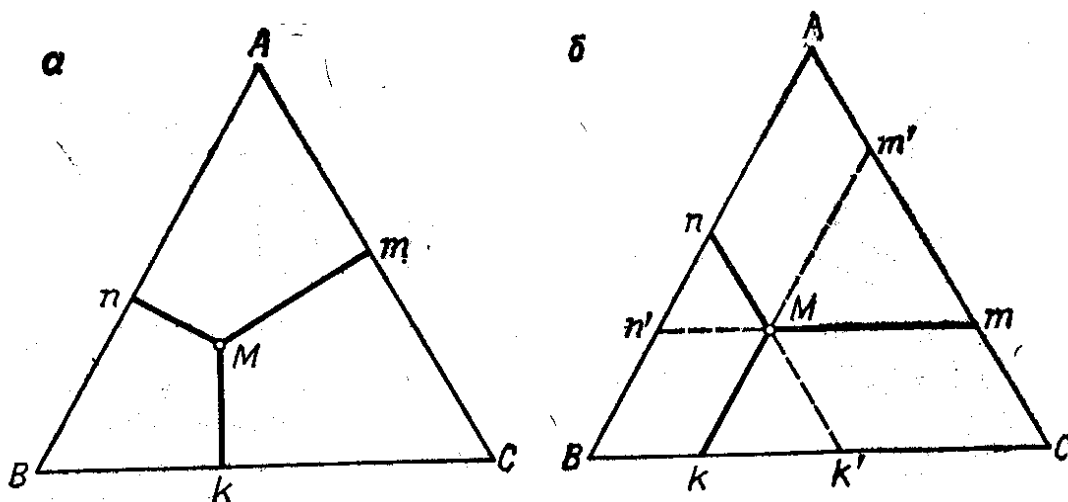
O'quv moduli birliklari:

10.1. Uch komponentli sistemalar holatini uch burchak yordamida ifodalash.

10.2. Uch komponentli sistemalar politermasi.

10.1. Uch komponentli sistemalar holatini uch burchak yordamida ifodalash.

Uch komponentli sistemalarning holat diagrammasi uch yoqli to'g'ri burchakli prizmada tasvirlanadi. Bu prizmaning asosi teng tomonli uchburchak bo'lib, uning yuzasida sistemaning tarkibi, prizmaning balandligi bo'ylab uning biror hossasi, masalan eruvchanlik harorati quyiladi (ikki o'zgaruvchan t_0 , P lardan bittasi turg'un deb qabul qilinadi) 10.1-rasm.



10.1-rasm. Uchlik sistemalarni tarkibini ifodalash.

Uchburchak ABC uchlarida sistemani toza komponentlari figurativ nuqtalari joylashadi 100 % li A,B va C nuqtalar, ya'ni rasmda ko'rsatilgan A nuqtada A modda - 100%, C nuqtada C modda - 100%, B nuqtada B modda - 100 % (yoki mol qism qo'llanilganda) bir deb qabul qilinadi. Uchburchak uchala tomonlarga qo'yilgan figurativ nuqtalar ikki komponentli sistema tarkibini ko'rsatadi. Uchburchakning ichidagi nuqtalar esa uch komponentli sistema tarkibini ko'rsatadi. Uchlik aralashmalarni tarkibini Gibbs usulida ifodalashda uchburchak balandligi 100% deb qabul qilinadi. $A=Mk\%$, $B=Mm\%$,

$C=Mn\%$; $M_k+M_m+M_n=100\%$ (10.1-rasm).

Agarda teng tomonli uchburchakning uchala balandligini 100 bo'lakka bo'lib, bu nuqtalardan uchburchak tomonlariga parallel chiziqlar o'tkazilsa, uchburchak yuzasi o'lchov katakchalariga bo'linib qoladi.

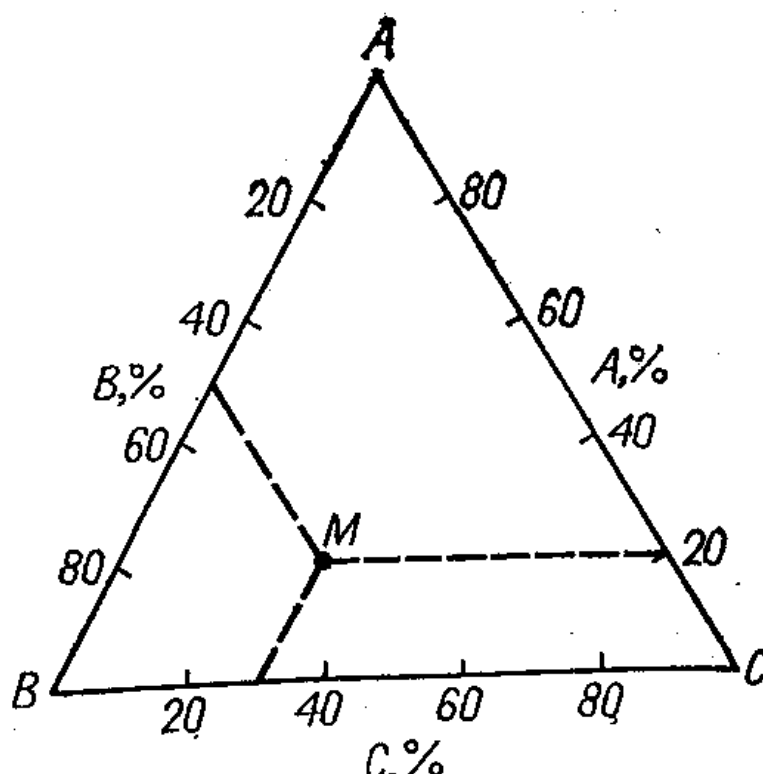
Uchburchakning biror uchidan uning qarshisida tomonga tushirilgan chiziq bo'ylab joylashgan figurativ nuqtalarda ikki komponentning nisbiy miqdori bir xil, uchinchi komponentning nisbiy miqdori esa har xil bo'ladi. Masalan: N, L nuqtada va CN CL bo'ylab A/B nisbati bir xil, C miqdori har xil bo'ladi, masalan CN 70/30 ; CL 50/50. Moddaning miqdori uchun qarshisidagi tomondan boshlab hisoblanadi. Xuddi shunday A, B moddalari ham shu hilda o'zgaradi. Masalan C_1 va C_2 chizig'ining hamma nuqtalarda C-20%, C_3 C_4 bo'ylab 80% ga teng bo'ladi. B_1 B_2 chizig'ida B ning miqdori 90% ga teng va hokazo.

Uchburchak ichida joylashgan figurativ nuqta tarkibini ifodalashda quyidagiga asoslanadi. Uchburchak ichida joylashgan figurativ nuqtadan tomonlarga tushirilgan perpendikulyar yig'indisi uchburchak balandligiga teng (Gibbs metodi). Masalan sistema tarkibida A-40%, B-30% va C-30% bo'lsin. Bu tarkibni ko'rsatuvchi figurativ nuqta quyidagicha topiladi (rasm 10.1a). AA_1 chizig'ida A-40% ni ko'rsatgan nuqtadan CB chizig'iga parallel chiziq o'tkaziladi bu chiziq bo'ylab A-40% bo'ladi. BB_1 chizig'idan, B-30% ni ko'rsatgan nuqtadan AC chizig'iga parallel chiziq o'tkazamiz, bu chiziq 30% C qo'rsatgan nuqtadan AB chizig'iga parallel chiziq o'tkazamiz bu chiziq bo'ylab 30% bo'ladi. Bu parallel chiziqlar bir nuqtada P da uchrashadi. Demak P yuqoridagi tarkibni ko'rsatgan figurativ nuqtadir. Agarda P nuqta berilgan bo'lib, bu nuqta qanday tarkibga ega ekanligini bilish kerak bo'lsa, yuqoridagi ishlarning aksi qilinadi. Bu nuqtadan uchburchak balandliklariga tik chiziq tushiriladi va bu tik chiziqlarning balandliklar bilan uchrashgan nuqtasi komponentlarning prosent miqdorini ko'rsatadi. Masalan, sistema tarkibi M nuqta bilan ifodalangan, komponentlarning miqdori: A- $M_k\%$ B- $M_m\%$ va C- $M_p\%$, $M_k+M_m+M_n=100\%$. (rasm 10.1b).

Rozebom usuli teng tomonli uchburchakning ichidagi har qanday nuqtadan uchburchak tomonlariga chizilgan parallel chiziqlar uzunliklari yig'indisi uchburchak

tomonining uzunligiga teng. Masalan , sistema tarkibi M nuqta bilan ifodalansa (rasm 10.1b).

Sistema tarkibini bilish uchun M nuqtadan AB va AC tomonlarga parallel ravishda chiziqlar tortiladi: AC tomondan ko‘rinib turibdiki m_1 nuqtada C-10%, AB tomondagi n_1 yoki AC tomondagi m nuqtada A-20%.Demak, B-70% dir, ya’ni M_k kesim A- komponent miqdorini aniqlaydi (M_m -B, M_n -C). M_k , M_m va M_n kesimlarga teng bo‘lgan M_k^1 , M_m^1 va M_n^1 kesimlarni ham olish mumkin. Agarda M aralashmadagi A komponent miqdorini CA tomondan hisoblasak, B ni AB tomondan, C ni – BC tomondan hisoblanadi (10.2-rasm).



10.2-rasm. Aralashma tarkibini hisoblash usuli.
M nuqtadagi aralashma tarkibi 20% A, 50% B va 30% C.

Agar ma’lum tarkibli sistema figurativ nuqtasini topish kerak bo‘lsa, uchburchak tomondan, AC dan A modda, AB tomondan B modda miqdorini ko‘rsatgan nuqtadan uchburchakning qolgan tomonlariga parallel chiziqlar tortiladi, bu chiziqlarning uchrashgan nuqtasi izlanayotgan figurativ nuqta bo‘ladi.

Agarda M tarkibli sistema, C va T tarkibli ikki fazaga ajralsa, bu uchala sistemaning figurativ nuqtalari bir to‘g‘ri chiziqda yotadi.

Uchburakli diagrammani 2 ta muhim xossasi:

- uchburchakni biror uchidan uning qarshisidagi tomonga tushirilgan nurdagi figurativ nuqtalarda, uchburchakni qolgan ikki burchagidagi moddalarga mos keluvchi konsentrasiyalar nisbati bir xil.

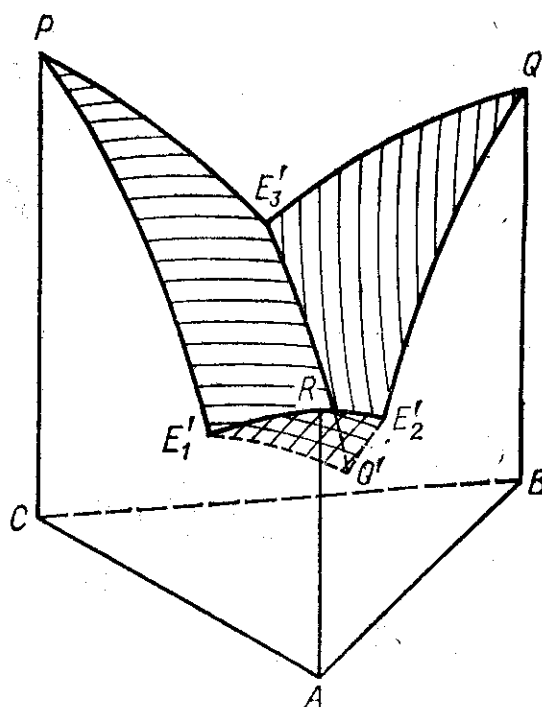
- uchburchak ichidan, uning biror tomoniga o'tkazilgan paralleldagi figurativ nuqtalarda uni qarshisida yotgan burchakka mos keluvchi modda miqdori bir xil bo'ladi.

Agar K figurativ nuqta bilan xarakterlangan sistema B va D tarkibli ikki fazaga ajralsa, bu uchala figurativ nuqtalar (K, B, D) bir to'g'ri chiziqda yotadi. Bu sistemalarga richag qoidasini qo'llash mumkin.

10.2. Uch komponentli sistemalar politermasi

Suv (A) va bir xil ionli ikkita B, C tuzlardan tashkil topgan sistemani tarkibini ABC uchburchakdagi nuqtalar oralig'ida ifodalash mumkin.

Demak uch komponentli sistemalarda bir-biriga bog'liq bo'lmagan to'rtta omildan (ikkita tuz konsentrasiyasi, harorat, bug' bosimi) ABC uchburchakda ikki tuz konsentrasiyasi o'z ifodasini topadi, uchinchi o'qda haroratni uchburchak sistemasiga perpendikulyar o'qida joylashtirish mumkin (10.3-rasm).



10.3-rasm. Uchlik sistema politermasi.

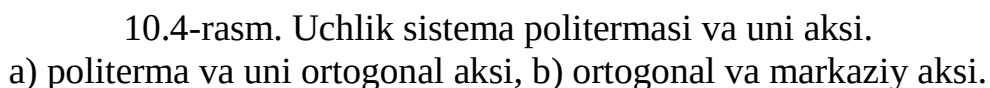
Sistema turli tarkibiga to'g'ri keluvchi, ABC burchakda yotgan har bir figurativ nuqtadan, ushbu tarkibni to'yingan eritmasiga bir biriga mos kesimlar o'tkazamiz. Bu kesimlarni yuqoridagi nuqtalari tutashtirilsa, uchburchakli prizmada, sistema to'yinish yuzasini ko'rsatuvchi, fazoviy shakl hosil bo'ladi. Bunday sistema holati, tarkibi va to'yingan eritma tarkibini haroratga bog'likligini ifodalovchi fazoviy diagramma-**politerma deyiladi**. Bu diagrammada bug' bosimi ko'rsatilgan.

10.4-rasmning 10.4a sida diagrammani politermasi va ortogonal proyeksiyasi ko'rsatilgan b sida ortogonal proyeksiya va prizma yoqlaridan biri (CC_1B_1B) da markaziy proyeksiya berilgan. Prizma ichida yotgan nuqtalarni prizma yoqlaridan biriga tushirilgan markaziy proyeksiyasi asosiga o'tkazilgan parallel tekislikdagi nuqtadan yon qarshisidagi (odatda suvni AA_1 qirradi) qirradan to'g'ri chiziq o'tkazish yo'li bilan topiladi.

10.4a va 10.4b rasimlardan ko'rinib turibdiki, prizmaning yon tomonlarida ikki komponentli sistemalar digrammasi ifodalangan AB qirra ustidagi yonda B tuzni suvda eruvchanlik diagrammasi AC qirra chetidagi yonda C tuzni suvdagi eruvchanlik diagrammasi, CB qirra ustidagi yonda suvsiz B va C tuzlarning suyuqlanish diagrammasi berilgan. E_1 , E_2 va E_3 nuqtalar ikkilik sistemalar evtektik nuqtalari.

Bu ikkilik evtektik nuqtaga mos tarkibli eritmaga uchinchi komponentni qo'shsak eruvchanlikni kamayishiga olib keladi va mos holda evtektik xarorat pasayadi.

Prizma ichidagi O^1 nuqta – butun sistemaning evtektik nuqtasi (10.4a rasm). Bu nuqtada eritma, muz va ikkita suvsiz B va C tuzlari bilan muvozanatda bo'ladi. Bu nuqtadan pastda suyuq faza mavjud bo'la olmaydi. PE_1^1 , O^1 , E^3 , QE_2^1 $O^1E_3^1$ va $PE^1O^1E^1$ to'yinish yuzalari, bular ustida turgan tuyinmagan eritma sohasini tagidagi qattiq faza sohasidan ajratib turibdi. $PE^1O^1E^3$ yuzada eritma C tuzi bilan to'yingan va yuza tagida to'yingan eritma qattiq fazadagi C bilan muvozanatda bo'ladi; $QE^1O^1E^1$ yuza tagida B tuzi kristallanadi, $PE^1O^1E^1$ tagida esa muz. Bu yuzalarni kesishish chiziqlari E^1O^1 , E^1O^1 va E^1O^1 eritmani ikki qattiq faza bilan to'yinish egri chizig'i – muz va C tuz (E^1O^1) muz va B tuz (E^1O^1) va ikki tuz bilan (E^1, O^1). O^1 nuqtada hamma uchala komponent bir vaqtda kristallanadi. Tarkibida B va C tuz bo'lgan tuyinmagan M^1 -tarkibli eritma berilgan bo'lsin (10.4-rasmga qarang).



Sistema sovitilganda uni figurativ nuqtasi M^1M politerma chizig‘i bo‘yicha pastga harakatlanadi, vertikal aksi esa M_1^{11} ; M_5^{11} bo‘yicha, gorizontal aksda sistema tarkibi o‘zgarmaydi. Sistema xolati M_2 nuqtaga kelganda (M_2^{11}) (10.4a rasm) eritma C tuzga to‘yinadi, chunki M_2 bu tuzni to‘yinish yuzasida (PE^1, O^1E^1) yotadi (10.4a rasmga qarang), politermani aksidagi mos keluvchi M_2^{11} va M nuqtalar C tuzni kristallanish sohasida yotadi ($PE_1^{11}, O^{11}, E_3^{11}$ va CE_1, OE_3 - 10.4b rasmga qarang.) Sovitishni yana davom ettirilsa qattiq fazaga C tuz ajralib chiqadi va eritma bu tuzga nisbatan kambag‘allashib

boradi, ammo bu tuzga nisbatan to'yinganligicha qoladi. Shuning uchun eritma figurativ nuqtasi PE^1 , $O^1 E_3^1$ yuza bo'yicha harakatlanadi. Bu kristallga tushmaydigan ikki tuz (B va muz) nisbatlari doimiy bo'lgan chiziqli bo'ylab bo'ladi. Bunday sharoitga vertikal yuzada yotuvchi CC1 qirra orqali M_2 nuqtadan o'tuvchi $PL^1(P^{11})$ chiziqli mos keladi. Bu yuzani gorizontali aks CL – kristallanish nuri deb aytiladi.

Shunday qilib to'yingan eritma sovitilganda uni figurativ nuqtasi $M_2(M_2^{11})$ dan $L^1(L^{11})$ ga $PL^1(PL^{11})$ chiziqli bo'ylab, siljiydi. Gorizontali aksda bu harakat kristallanish nuri bo'yicha bo'ladi.

Bir vaqtda qattiq faza figurativ nuqtasi C_1C qirra bo'ylab pastga harakatlanadi C^1_2 dan $C^{11}_2 C^{11}_3$ ga, gorizontali aksda esa C nuqtasi harakatsiz qoladi. t_L - harakatga yetishi bilan eritma nuqtasi $L^{11}(L)$ ga to'g'ri keladi ya'ni C va B tuzlarning birgalikdagi tuyinish chizig'iga to'g'ri keladi, shu paytdan boshlab B tuzi xam kristallana boshlaydi. Shuning uchun sistemani t_L dan t_0 gacha sovitish davomida va sistema tarkibi M^{11}_3 dan M^{11}_4 xarakatlanganida qattiq faza tarkibi C^1C qirra bo'ylab emas, C^1CBB^1 yoqda yotgan $C^{11}_3 C^{11}_4$ chiziqli bo'ylab sodir bo'ladi. Bu chiziqning gorizontali proyeksiyasi – CS_4 , chunki V tuzni miqdori ortishi bilan uni tarkibini ko'rsatuvchi nuqta B tarafga C dan S_4 gacha siljiydi. Bu bilan bir vaqtda ikki tuz (A, B) bilan tuyingan eritmaning tarkibi $L^{11}O^{11}(LO)$ bo'yicha siljiydi. Sistemani holati evtektik haroratga yetishi bilan M^{11}_4 nuqtada qattiq fazaga muz xam ajrala boshlaydi.

Sistema muzlamaguncha uni M^{11}_4 nuqtasi o'zgarmasdan qoladi, chunki t_0 xaroratdan pastda suyuq faza bo'lmaydi, va muzlash doimiy xarorat t_0 da sodir bo'ladi.

Shuning uchun suyuq fazaning figurativ nuqtasi evtektik O^{11} nuqtada o'zgarmasdan qoladi. Chunki tarkibi uchunchi komponent-muz bilan boyiy boshlaydi, ya'ni S_4 dan S_4M ($S_4^{11}M^{11}$) chiziqli bo'ylab prizmaning ichiga siljiydi, Qachonki sistema to'liq qotgandan so'ng sistema va cho'kmani figurativ nuqtalari $M(M^{11}_4)$ nuqtada muvofiqlashsa, keyingi sovitishda qotgan sistema nuqtasini M^{11}_4 dan M^{11}_5 ga siljishiga mos keladi.

Shunday qilib, sistemani sovitishda va uni M^{11}_1 dan M^{11}_5 ga siljitish bilan vertikal aksda eritmani figurativ nuqtasi $M^{11}_1 M^{11}_2 L^{11} O^{11}$ chiziqli bo'ylab siljiydi, gorizontali

proyeksiyasida esa M L O chiziq bo‘ylab cho‘kma nuqtasi-mos xolda $S_2^{11}S_3^{11}S_4^{11}M_4^{11}M_5^{11}$ va SS_4M bo‘ylab, siljiydi.

Birlashtiruvchi to‘g‘ri chiziq qoidasiga binoan, sistema, chukma va suyuq fazalar figurativ nuqtalari, sistema politermasda va uni akslarida (vertikal, gorizontal) ham har doim bitta to‘g‘ri chiziqda yotadi. Qachonki sistema tarkibi m nuqtada bo‘lsa, suyuq faza l nuqtada, chukma esa 8s nuqtada bo‘ladi (10.4b rasm).

Tayanch so‘zlar va iboralar:

Izotermik, teng tomonli uchburchak, prizma, Gibbs usuli, Rozebom usuli, politerma, kristallanish nuri, gorizontal aks, vertikal aks, ortogonal, aks, markaziy aks, qirra, yon, yoq, asos, tuyinish yuzasi, evtektik harorat.

Nazorat savollari:

1. Uch komponentli sistemalarni, maksimal fazalar soni nechaga teng?
2. Uchburchak tomonlari qanday sistema tarkibini ko‘rsatadi?
3. Uchlik sistema tarkibini Gibbs usulida qanday ifodalandi?
4. Uchlik sistema tarkibini Rozebom usulida qanday ifodalanadi?
5. Politerma deb nimaga aytiladi?
6. Sistema sovitilganda, figurativ nuqta, gorizontal va vertikal akslar qanday o‘zgaradi?
7. Uchlik sistema evtektik nuqtasida eritma tarkibi va qattiq faza tarkibi qanday?
8. Uchlik sistemalarga richag qoidasi qo‘llab bo‘ladimi?
9. Uchlik sistemalar politermasi qanday quriladi?
10. Vertikal aks qaysi yon yoqdan o‘tkaziladi.
11. Uchburchakli diagrammalarni ikki muhim xossalari nima?

11- mavzu. $\text{KCl} - \text{MgCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$ UCH KOMPONENTLI SISTEMASI VA KARNALLITNI QAYTA ISHLASHDA UNI QO'LLASH.

O'quv moduli birliklari:

11.1. Ikki tuzni eritmadan ajratishninh shartlari.

11.2. $\text{KCl-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$ sistemasi va karnallitni qayta ishlashda uni qo'llash.

11.3. Karnallit eritmalarining tavsifi.

11.1. Ikki tuzni eritmadan ajratishninh shartlari.

1. Qachonki T_1 va T_2 haroratda ikki tuzga nisbatan to'yingan eritmadagi ikki tuz kontsentratsiyalari nisbati bir xil bo'lsa, ularni amaliy jihatdan ajratib bo'lmaydi.

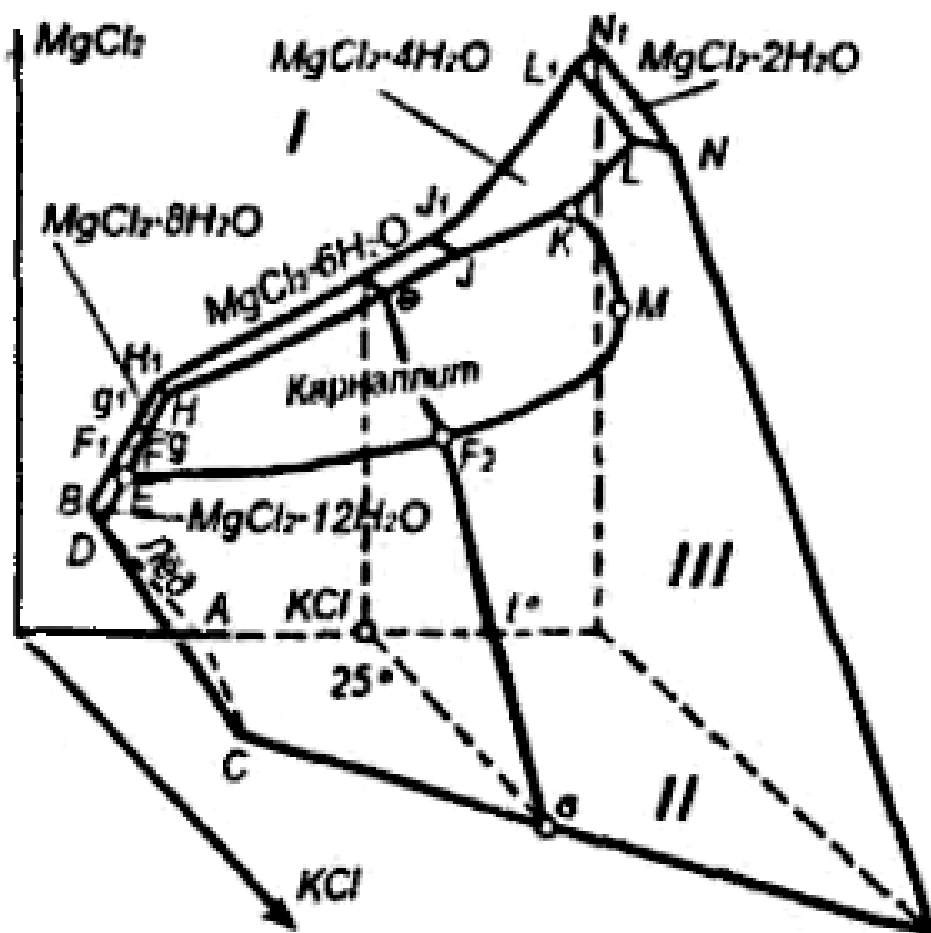
2. Qachonki bu nisbat bir xil bo'lmasa, turli haroratdagi eruvchanliklar nisbati katta son qiymatga farq qilsa, ularni ajratish maqsadga muvofiq.

Masalan: $\text{K}_2\text{SO}_4\text{-KCl-H}_2\text{O}$ sistemada 0°C dagi eruvchanliklar nisbati $\text{KCl/K}_2\text{SO}_4=23$; 100°C da 24,2 katta harorat oralig'idagi 10°C dan 100°C gacha gacha eruvchanliklar nisbati farqi juda kichik bo'lgani uchun bu tuzlarni ajratish texnik jihatdan maqsadsiz. $\text{KCl-NaCl-H}_2\text{O}$ sistemasida turli haroratdagi eruvchanlik nisbatlari quyidagicha: 10°C $\text{KCl/NaCl}=0,42$ va 100°C da 1,4.

Natriy xlorid va kaliy xloridlarni turli haroratdagi 10°C va 100°C eruvchanliklarining farqi katta, shuning uchun ularni ajratish mumkin va bu texnologik jihatdan maqsadga muvofiq.

11.2. $\text{KCl-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$ sistemasi va karnallitni qayta ishlashda uni qo'llash.

Tyubegatan kaliyli tuzlarini qayta ishlashni boshlanishi karnallitga qayta ishlov berishni fizik-kimyoviy asosini o'rganishni taqozo etadi. Karnallit bir qator qimmatbaho mahsulot olishda xomashyo bo'lib hisoblanadi; o'g'itsimon tuzlar, toza magnizial tuzlar, magniy metali, brom va boshqalar. 11.1-rasmda $\text{KCl-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$ sistema diagrammasi keltirilgan. $\text{KCl-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$ sistemasini o'rganishni Vant Goff boshlagan va bu sistemani akademik N.S. Kursanov xodimlari bilan to'liq o'rganishgan.

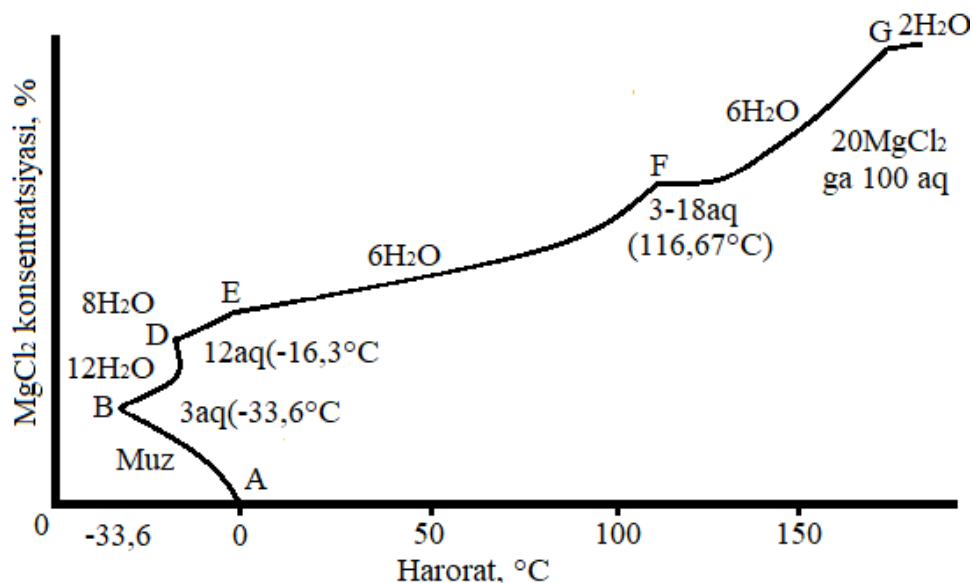


11.1-rasm. KCl–MgCl₂–H₂O sistemasining muvozanatdagi fazoviy diagrammasi.

KCl–MgCl₂–H₂O sistemasida gidratlar va qo'sh tuzlardan iborat quyidagi fazalar mavjud bo'lishi mumkin: B(bug'), E(eritma), M(muz),,,, lar qo'sh tuz (karnallit).

11.1-rasmda KCl–MgCl₂–H₂O sistemasining turli haroratlarda muvozanatdagi fazoviy diagrammasi keltirilgan. Diagrammanpng uchta bir-biriga bog'liq perpendikulyar koordinata o'qlariga konsentratsiyasi va harorat ko'rsatkichlari kiritilgan. Magniy xloridning erish egri chizig'i diagrammaning I-tekisligida (bu egri chiziq 11.2-rasmda ajratilgan). Kaliy xloridning eruvchanlik egri chizigi II-tekisligida (11.1-rasm).

Bu tekisliklar oralig'ida eritma tarkibida ikkala tuzni saqlagan figurativ nuqtalar joylashgan: magniy xlorid va kaliy xlorid. Dastlab oddiy tuzlarni, magniy xlorid va kaliy xloridning suvdagi eruvchanlik egri chizig'ini ko'rib chiqamiz (11.1-rasmda). Magniy xloridning eruvchanlik egri chizig'i, berilgan harorat oralig'idagi kristallogidratlarga mos keluvchi, bir qancha kesishuvchi boginlardan ABF₁G₁H₁IL₁N₁ iborat.



11.2-rasm. Magniy xloridning suvdagi erivchanlik egri chizig'i.

AB egri chizig'i magniy xlorid eritmasi konsentratsiyasi va muzlash harorati o'rtasidagi bogliqlikni ifodalaydi. B-evtektik nuqta, qaysiki eritma bilan birga ikki qattiq faza mavjud bo'ladi.

Boshqa egri chiziqlarning ahamiyatini chizmadan aniqlab olish mumkin.

Kaliy xloridni eruvchanlik egri chizig'i ikki bog'indan iborat (11.1- rasm): AC- kaliy xlorid eritmasida suvning muzlash egri chizig'i, CO- tiyzning suvdagi eruvchanlik egri chizig'i, C- KCl–H₂O sistemaning evtetik nuqtasi.

Uchlik sistema eritmalarini tarkib figurativ nuqtalari ikki koordinatali tekisliklar orasida joylashgan (tekisliklari). BD va CD- uchlik evtetik egri chiziq. Ularda muvozanatdagi eritmalarining tarkibi joylashgan, BD egri chizig'i muz va magniy xlorid; CD egri chizig'i muz va kaliy xlorid; D- uchlik evtetik nuqta, qaysiki -34,3°C haroratda uchta qattiq faza muvozanatda bo'ladi.

Harorat ko'tarilganda muz eriy boshlaydi va bunda sistema DE eruvchanlik egri chizig'i bo'ylab o'zgaradi. E nuqtada karnallit hosil bo'ladi va yo'qoladi, EFG kesim karnallit eruvchanlik egri chizig'i; F nuqtada bu egri chiziq maksimal haroratga yetadi.

Keyin GH- karnallitning eruvchanlik egri chizig'i; HJ - karnallitning eruvchanlik egri chizig'i, JK- karnallit eruvchanlik egri chiziqlari, G va H-o'tish nuqtalaridir. K nuqta diagrammadagi maksimal haroratga javob beradi. Qachonki eritmada magniy xlorid

mavjud bo'lganda karnallit mavjud bo'lishi mumkin. Bu nuqtadan yuqorida karnallitning parchalanishi, kaliy xloridning cho'kmaga tushishi sodir bo'ladi. E nuqta ikki tuzni qo'sh tuz - karnallit (ulardan karnallit hosil boladi) muvozanat holatidagi nuqtasi. Agar E eritmaga kaliy xloriddan ortiqcha qo'shilsa, u (magniy xlorid) bilan bog'lanib, karnallit hosil qiladi. Kaliy xlorid qo'shilishi bilan yo'qola boradi, oxirida barchasi karnallitga aylanadi, natijada qattiq fazada faqat karnallit va kaliy xlorid qoladi. EMK-kaliy xlorid va karnallit aralashmasining harorat bo'yicha eruvchanlik egri chizig'idir; bu M nuqtada maksimal haroratga ega bo'lgan oddiy egri chiziqdır. Bu maksimal harorat 167,5°C bolib, bu quruq karnallitning erish haroratidir. Bu sistemada bundan yuqori haroratda qo'sh tuz hosil bo'lishi mumkin emas; bu haroratsdan yuqori izotermalarda, ikki eruvchanlik egri chichiq bog'in (11.3-11.4-rasm) laridan iborat.

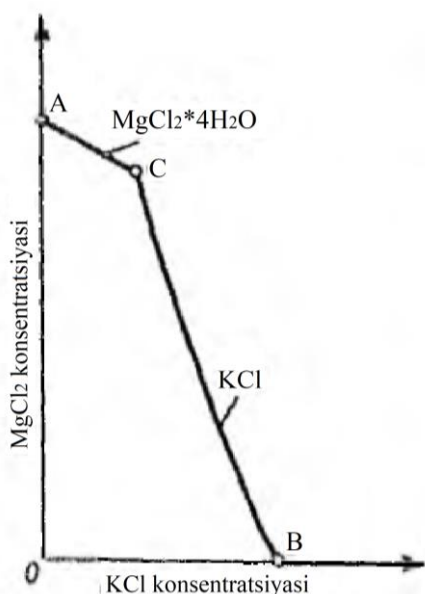
KCl-MgCl₂-H₂O sistema izotermasi va ularning politerma bilan bog'liqligi.

KCl-MgCl₂-H₂O sistema izotermalarini fazoviy diagrammani ma'lum haroratidan II-gorizonta (11.1-rasm) tekisligiga perpendikulyar tekislik o'tkazib olish mumkin. Demak, 25°C dagi izoterma o'tkazilgan tekisliklarning kesishib o'tishini ko'rsatadi, t o'qidagi 25°C haroratsdan (11.1-rasm) izoterma 11.5-rasmda alohida ko'rsatilgan.

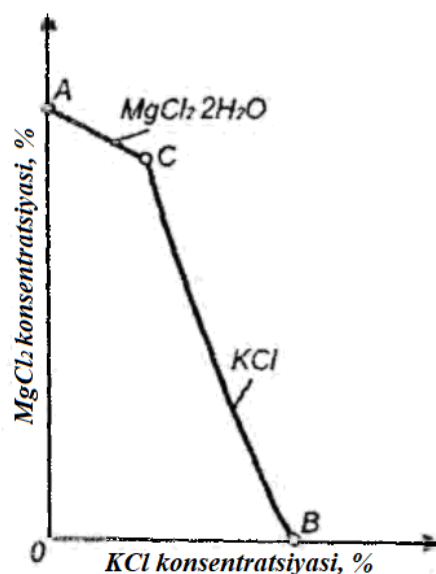
Bunday xolda politermik diagrammani quyidagicha tasavvur qilish mumkin, muntazam izotermik qatorlar geografik kartadagi joylar izogips – yuqoriga teng chiziq ko'rinishida tasvirlashga o'xshash, qator izotermalarini jamlash orqali xosil qilinadi. Agar balandlikdagi izotermada har bir bo'lak eruvchanlik egri chichirlari biror bir aniq qattiq fazani hosil bo'lish sharoitiga to'g'ri kelsa, u holda politermik diagrammada qator izotermalarni joylaganda, har bir egri chichiq bo'laklari muayyan qattiq fazani hosil bo'lish maydonini tasvirlaydi (karnallit va boshqalar). Ikki qattiq faza bilan toyingan figurativ nuqtalar politermada chiziqqa, ya'ni ikki tuzning birgalikda eruvchanlik egri chizig'iga aylanadi.

Shunday qilib, izotermadan politermaga aylanishida o'lcham bittaga oshadi va geometrik elementlar orasidagi politermada yangi elementlar uchta qattiq fazadan iborat nuqta hosil bo'ladi. Uchlik sistema politermasining elementlari bo'lib: kristallanish yuzasi, chizig'i va nuqtasi hisoblanadi. Politermik yuza bitta qattiq fazaning tarkibi ma'lum

oraliqlida o'zgaradigan eritma bilan muvozanat holati sharoitlarini ifodalaydi; diagrammalar yuzasidagi muvozanat ikki variantlidir.



11.3-rasm. KCl-MgCl₂-H₂O sistemasining izotermasi (167,5°C dan yuqori haroratda).



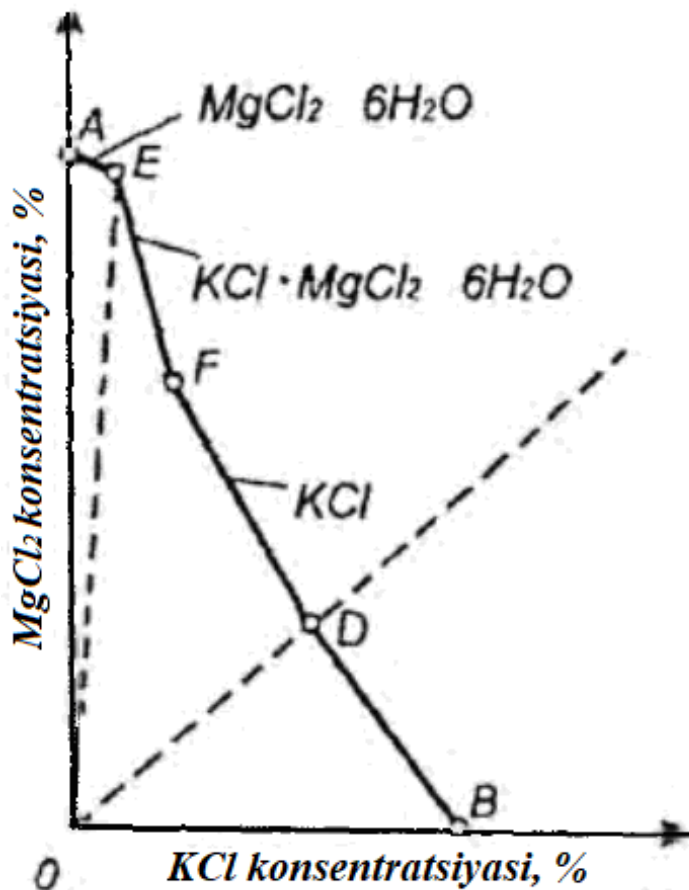
11.4-rasm. KCl-MgCl₂-H₂O sistemasining izotermasi (176°C dagi haroratda).

Politermik diagramma yuzasini izotermik kesish bitta qattiq fazaning izotermik eruvchanlik egri chizig'iga monand. Shuningdek, 25°C da izotermada karnallitning kristallanishi (11.1-11.5-rasm) EF egri chizig'i bilan tasvirlangan, E va F ikki nuqtasi orqali chegaralangan, maydonida EF egri chizig'i, maydonida AE egri chizig'i (11.5-rasmda) bilan tasvirlangan.

Politermani uch variantli soxasi (to'yinmagan eritma soxasida) izotermada AOE soxada ifodalangan (va boshqalar). Bu soxa politermani kristallanish yuzasi va koordinata tekisligi bilan chegaralangan barcha ichki fazasini egallaydi. Politerma chizig'i muvozanatning monovarianti holatiga javob beradi, berilgan ushbu holat ikkita qattiq faza va eritma bilan muvozanatda bo'ladi.

Shunday qilib, HJ chizig'i politermada (11.1-rasm) va karnallitni birgalikda mavjud bo'lishiga tog'ri kelsa, EMK egri chizig'i karnallit, va boshqalarni mavjud bo'lishiga tog'ri keldi. Izotermada bu chiziqlar egilish nuqtasi erish egri chnzig'ining haroratga bog'liq bo'lgan egilish nuqtasi bo'lib akslanadi. 25°Cdagi izotermaning E nuqtasi HJ

politermasini 25°C izotermadagi kesishish nuqtasiga tog'ri keladi va egilish nuqtasi bo'lib hisoblanadi. F nuqta-EMK politerma egri chizig'i, B nuqta-OC politerma egri chizig'i uchun va hokazo.



11.5-rasm. KCl-MgCl₂-H₂O sistemasining 25°Cdagi izotermasi

Politermadagi har bir nuqta nonvariant muvozanat holatiga to'gri keladi, ya'ni muayyan haroratda uchta qattiq faza ma'lum tarkibli eritma bilan muvozanatda bo'lishiga muvofiq keladi.

J nuqta politermada uchta qattiq fazani birgalikda mavjud bo'lishini ta'kidlaydi: ++ karnallit D nuqta esa: muz - va boshqalar. Izotermada politermani nonvariant nuqtalari akslanmaydi. Izoterma o'tish haroratga to'g'ri kelsa, bundan mustasnodir.

11.3. Karnallit eritmalarining tavsifi.

11.1 va 11.2 jadvallarda sistema politermik diagrammalarining asosiy ko'rsatkichlari va aniqlanish chegaralari keltirilgan (11.1-rasm).

11.1-jadval

KCl-MgCl₂-H₂O sistemasidagi (di-(ikki) variantli) muvozanatlar

Qattiq faza	Mavjud bo'lish soxasi
Muz	ABDC
KCl	CDEMKLNO
Karnallit	EFGHJKM
MgCl ₂ ·12H ₂ O	BF ₁ G ₁ GFED
MgCl ₂ ·8H ₂ O	G ₁ H ₁ HG
MgCl ₂ ·6H ₂ O	H ₁ J ₁ IH
MgCl ₂ ·4H ₂ O	I ₁ L ₁ LI
MgCl ₂ ·2H ₂ O	L ₁ N ₁ NL

11.2-jadval

KCl-MgCl₂-H₂O sistemasidagi (ikki va uchlik sistemalardagi nonvariant) muvozanatlar

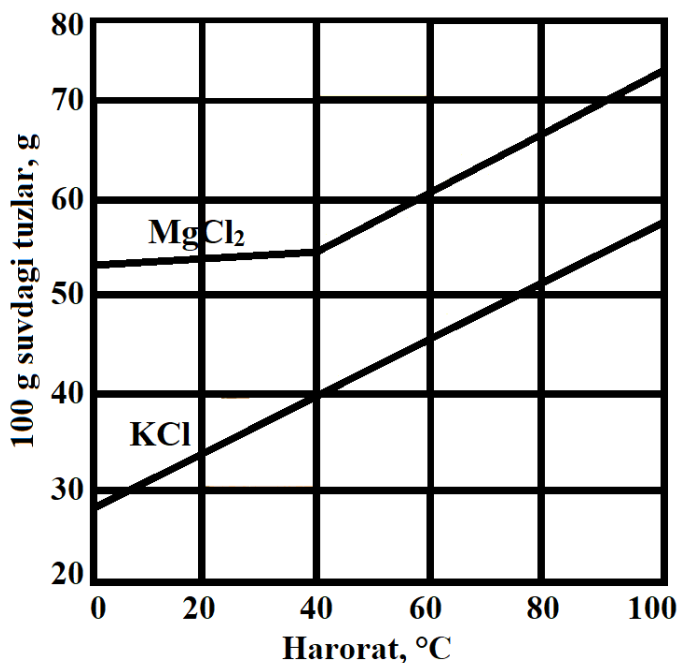
Nuqta	Qattiq faza tarkibi	Harorat, °C	Vant-Goff bo'yicha eritma tarkibidagi 1000 mol suvga to'g'ri keladigan
A	Muz	0	
B	Muz, MgCl ₂ ·12H ₂ O	-33,6	49,2 MgCl ₂
C	Muz, KCl	-11,1	59,4 KCl
D	Muz, karnallit MgCl ₂ ·12H ₂ O, KCl	-34,3	43 MgCl ₂ ; 7 KCl
E	MgCl ₂ ·12H ₂ O, KCl, karnallit	-21	66,1 MgCl ₂ ; 49 KCl
F ₁	MgCl ₂ ·12H ₂ O	-16,4	88,3 MgCl ₂
F	MgCl ₂ ·12H ₂ O karnallit	-16,6	F ₁ dagi singari, KCl qoshimchalari bilan
G ₁	MgCl ₂ ·12H ₂ O, MgCl ₂ ·8H ₂ O	-16,8	87,5 MgCl ₂
G	MgCl ₂ ·12H ₂ O, MgCl ₂ ·8H ₂ O karnallit	-16,9	G ₁ dagi singari, KCl qoshimchalari bilan
H ₁	MgCl ₂ ·8H ₂ O, MgCl ₂ ·6H ₂ O	-3,4	99 MgCl ₂
H	MgCl ₂ ·8H ₂ O, MgCl ₂ ·6H ₂ O karnallit	-3,4	H ₁ dagi singari, KCl qoshimchalari bilan
I ₁	MgCl ₂ ·6H ₂ O, MgCl ₂ ·4H ₂ O	116,67	161,8 MgCl ₂
I	MgCl ₂ ·6H ₂ O, MgCl ₂ ·4H ₂ O, karnallit	115,7	161,8 MgCl ₂ ; 4 KCl
K	MgCl ₂ ·4H ₂ O, KCl karnallit	152,5	200 MgCl ₂ ; 24 KCl
L ₁	MgCl ₂ ·4H ₂ O, MgCl ₂ ·2H ₂ O	181	238 MgCl ₂
L	MgCl ₂ ·4H ₂ O, MgCl ₂ ·2H ₂ O, KCl	176	240 MgCl ₂ ; 41 KCl
M	KCl, karnallit	167,5	166,7 MgCl ₂ ; 41,7 KCl
N ₁	MgCl ₂ ·H ₂ O	185	241 MgCl ₂ atrofida
N	MgCl ₂ ·H ₂ O, KCl	186	240 MgCl ₂ ; 63 KCl
O	KCl	186	195,6 KCl

Karnallit eritmalarining xossalari, qo'sh tuz tarkibidagi oddiy tuzlarni eruvchanligi bilan aniqlanadi. Magniy xloridning suvda eruvchanligi kaliy xloridning suvda eruvchanligidan farq qiladi. 11.6-rasmda KCl va $MgCl_2$ ning suvdagi eruvchanlik egri chizigi grafiklari solishtirilgan. 11.3-jadvalda ularning birgalikdagi eruvchanlik natijalari keltirilgan.

11.3-jadval

KCl- $MgCl_2$ - H_2O eritma tarkibi (qattiq fazada)				
Harorat, °C	1000 mol suvga to'g'ri keladigan tuzlar, mollarda		Og'irlik, %	
25	6,0	71,8	3,5	26,6
100	14,8	90,7	7,7	29,9

Jadvaldan ko'rinadiki, magniy xloridni suvda eruvchanligi kaliy xloridga nisbatan yuqori. Aralashma kaliy xlorid va magnii xloridni ekvimolyar miqdorida, ma'lum haroratda suv bilan qayta ishlangandagiga qaraganda, eritmaga ko'proq o'tadi. Bunda bir qism erimasdan qoladi. Shuning uchun ekvimolyar nisbatdagi oddiy tuzlardan karnallitni ajratib olishda, oddiy tuzlar saqlovchi, ekvimolyar nisbatda, eritmadagiga qaraganda, ko'p bo'lishi kerak, bu esa karnallit hosil bo'lishining umumiy shartidir.



11.6-rasm. KCl va $MgCl_2$ ning turli haroratlardagi eruvchanligi.

Ortiqcha miqdorda bo'lgan eritmadan karnallitni ajratib olishda, eritmadagi barcha suv bug'languncha davom etadi. Natijada qattiq fazada karnallit aralashmasi bo'ladi.

KCl va karnallit bilan muvozanatdagi eritma tarkibi, 100°C va 25°C harorat uchun tajribada aniqlangan va uning natijalari 11.4-jadvalda keltirilgan.

11.4-jadval

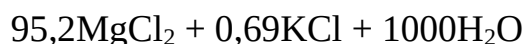
KCl-MgCl₂-H₂O va karnallit bilan muvozanatdagi eritma tarkibi

T/r	Harorat, °C	1000 mol suvga to'g'ri keladigan tuzlar, mollarda		Og'irlik, %		Qattiq faza tarkibi
I	25	6,1	72,6	3,5	26,8	+karnallit
II	100	12,5	96	6,4	31,5	+karnallit
III	25	0,69	65,2	0,39	33,3	karnallit

Bu jadvaldan korinadiki, faqat karnallit bilan to'yingan eritmada, karnallitga nisbatan toyingan eritmaga qaraganda miqdori kam.

Ortiqcha miqdordagi karnallit suvga solinganda eritmaga avval qo'sh tuz tarkibidagi singari o'tadi, so'ng eritma bilan to'ynadi, keyin eritmaga o'tadi. Karnallit parchalanishidan qolgan kaliy xlorid qattiq fazaga (shlam) ajraladi. Buni quyidagi xisoblar orqali tushungirish mumkin.

Qo'sh tuz bilan to'yingan eritma (III) 25°C da quyidagi (11.4-jadval) tarkibga ega:



yoki 1 molga hisoblaganda:



Bunday eritma tarkibi, asosan magniy xloriddan va oz miqdorda kaliy xloriddan iborat. Karnallit toza suv bilan (25°C) qayta ishlanganda to'liq erimaydi.

Karnallit molekulasida tarkibidan bir qismini qattiq fazaga ajralishi bilan parchalanishi sodir bo'ladi (shlam).

Karnallitning suv bilan parchalanishi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi (25°C):



25°C uchun tuyingan eritma. Ya'ni karnallit tarkibidagi 98,5% cho'kmada qoladi (shlam ko'rinishida). Turli haroratda karnallitning parchalanishini umumiy ko'rinishda quyidagicha yozish mumkin.



(t°C to'yingan eritma)

Karnallitning suvda parchalanishi haroratning keng oralig'ida kuzatiladi. Karnallitni tashkil qiluvchi har xil eruvchanlikka ega. Karnallitning parchalanishi uning mavjud bo'lish haroratlari oralig'ida kuzatiladi (-12°C dan + 167,5°C gacha).

Shuning uchun karnallitning suvda erishida karnallit parchalanmasdan turib, kaliy xlorid cho'kmaga tushadigan harorat amalda yo'q.

Bu esa grafikdan yaqqol ko'rinib turibdi, ya'ni koordinata boshlang'ich nuqtasini karnallitning D nuqtasi bilan bog'lovchi to'g'ri chiziq barcha haroratlarda to'yingan soxasini kesib o'tadi, lekin karnallitning to'yinish soxasini kesib o'tmaydi.

Tayanch so'zlar va iboralar:

Karnallit, kaliy xlorid, KCl-MgCl₂-H₂O sistemasi, fazalar qoidasi, izoterma, politerma, toyinish turlari, izotermik big'latish, tekislikdagi aks, tuyinish yuzasi, evtektik harorat.

Nazorat savollari:

1. Ikki tuzni eritmadan ajratishning shartlari nimalardan iborat?
2. . KCl-MgCl₂-H₂O sistemasi va karnallitni qayta ishlashda uni qo'llashni tushuntiring?
3. Karnallit eritmalarini tavsiflab bering?
4. KCl - MgCl₂ - H₂O sistemasini fazalar qoidasiga binoan tekshirish nima uchun kerak?
5. Politerma deb nimaga aytiladi?
6. Karnallit misolida eritmalarining to'yinish turlarini tushuntiring?
7. Karnallit eritmasini izotermik bug'latish deganda nimani tushundingiz?
8. KCl - MgCl₂ - H₂O politermasining sistema tekisligidagi aksi qanday bo'ladi?

12- mavzu. BIR HIL IONLI UCHTA TUZ VA SUVDAN IBORAT TO‘RT KOMPONENTLI SISTEMALAR HAQIDA TUSHUNCHALAR.

O‘quv moduli birliklari:

12.1. Oddiy to‘rt komponentli sistemalar.

12.2. To‘rt komponentli oddiy sistema izotermasini markaziy aksi.

12.3. Suv diagramma.

12.4. To‘g‘ri burchakli koordinatalarda oddiy to‘rt komponentli sistema izotermasi.

12.1. Oddiy to‘rt komponentli sistemalar.

To‘rt komponentli sistemalarni invariant holatida eng ko‘p fazalar soni 6 ta bo‘ladi ($F=K+2-S=4+2-0=6$). Suv - tuz sistemalarida bu fazalar: bug‘, eritma va to‘rtta qattiq fazadir.

Suv va bir xil ionli uchta tuzdan iborat to‘rt komponentli oddiy (komponentlar o‘rtasida almashinish yoki o‘rin olish reaksiyalari ketmaydigan, o‘zaro ta’sirlashmaydigan sistema) sistema izotermik diagrammasi ya’ni xajmiy shakli, to‘rtta teng tomonli tekis uchburchak bilan chegaralangan to‘g‘ri tetraedr yordamida ifodalanishi mumkin.

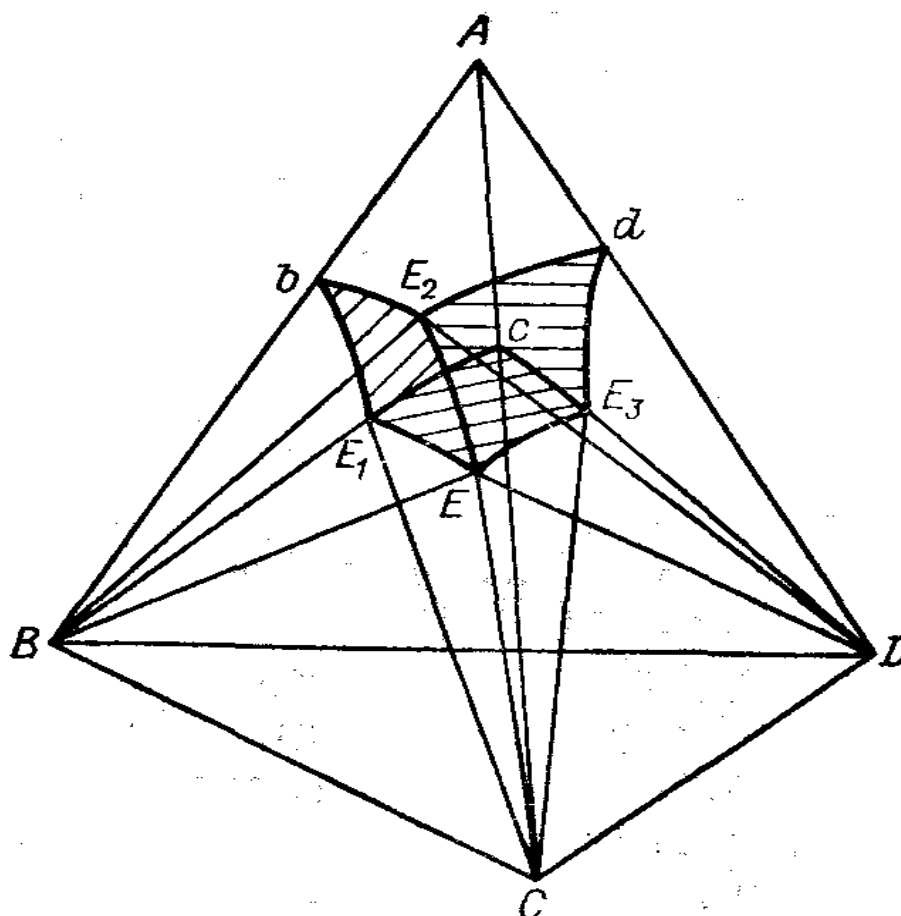
Tetraedr uchlari toza komponentlarga, qirradagi nuqtalar ikki komponentli sistemaga, uchburchak yonlaridagi nuqtalar – uchkomponentli sistemalarga, tetraedr ichidagi nuqtalar esa to‘rt komponentli sistemaga muvofiq keladi.

Tetraedrni har bir qirrasi uzunligi 100% deb qabul qilinadi. Agarda A uchni suvni nuqtasi deb qabul qilsak, uni qarshisidagi BCD yonda uchta tuzdan iborat suvsiz sistema yotadi. Boshqa yonlarda ikki tuzni suvdagi izotermik eruvchanlik sistemasi ifodalanadi.

12.1-rasmda kristallogidrat va qushaloq tuz hosil qilmaydigan oddiy to‘rt komponentli sistemani xajmiy izotermasi ifodalangan. b, c va d nuqtalar toza B, C va D tuzlarni suvdagi eruvchanligi.

E_1 E_2 va E_3 uchlik sistemalarni evtonik nuqtalari. Shakl ichidagi E nuqta – uchta tuz bilan to‘yingan eritmaga muvofiq keluvchi to‘rtlik sistemani evtonikasi. E_1E , E_2E , va E_3E evtonik chiziqlarda eritma ikkita tuzga nisbatan to‘yingan. b E_1EE_2 , c E_1EE_3 va d E_2EE_3

yuzalar to‘yinmagan eritmani, muayyan tuzga to‘yingan va ushbu tuz kristallari bilan muvozanatda bo‘lgan eritma sohasidan ajratadi.

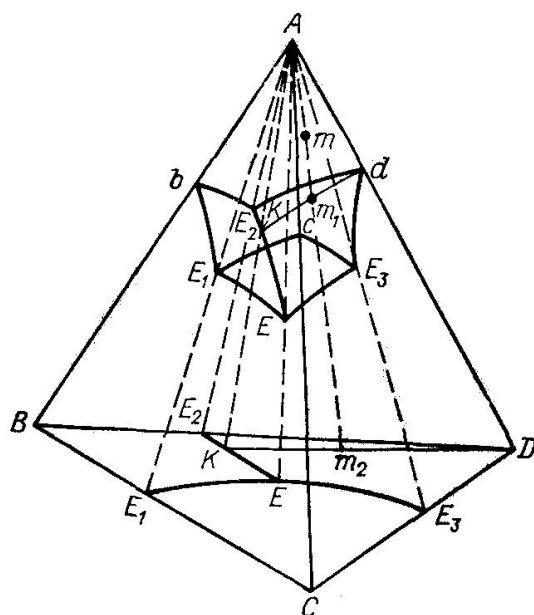


12.1-rasm. To‘rt komponentli oddiy sistema eruvchanligini xajmiy izotermasi.

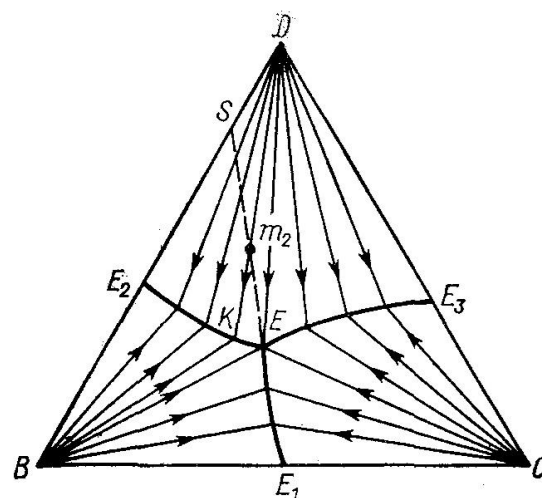
Asosiy DCD yon va uchi E nuqtada bo‘lgan piramida ichidagi nuqtalar, qattiq fazadagi B_1C va D tuzlar bilan muvozanatdagi evtonik E eritmalarni muayyan aralashmasiga mos keladi. $CBEE_1$, $CDEE_3$, $BDEE_2$ xajmlar ichida muayyan ikki tuzga nisbatan to‘yingan eritma va ushbu tuzlarni qattiq fazadagi kristallaridan iborat sistema joylashgan.

12.2. To‘rt komponentli oddiy sistema izotermasini markaziy aksi.

Amaliy maqsadlarda xajmiy izotermalarni markaziy aksidan foydalaniladi. 12.2-rasmda xajmiy izotermami suv (A) uchidan (akslash markazi yoki qutbi) markaziy akslash usuli, 12.3-rasmda esa olingan aks ko‘rsatilgan.



12.2-rasm. Xajmiy izotermiani markaziy aksini olish usuli.



12.3-rasm. Xajmiy izotermiani markaziy aksi.

AD qirradan o'tkazilgan AKD yuza va to'yinmagan eritma figurativ nuqtasi m (12.2-rasmga qarang) D tuzni to'yinish yuzasida dk chizig'ini uch yoqli piramida asosida esa to'g'ri DK kristallanish nurini qoldiradi. Dastlabki eritma tarkibini ifodalovchi m nuqtasini va uni aksi, tuz tarkibini kursatuvchi m_2 nuqta D tuzni kristallanish sohasida yotibdi (12.2- va 12.3- rasmlarga qarang) eritmani izotermik bug'latganda mana shu tuz cho'kmaga ajralib chiqadi. Izotermik aksdagi xar bir tuzni kristallanish sohasida kristallanish nurlari o'tqazilgan. Strelka bilan izotermik bug'latishda sistema figurativ nuqtasini siljish yo'nalishi ko'rsatilgan. Diagrammani (12.3-rasmdagi) aksidagi figurativ nuqtalar sistemani tuz tarkibini ko'rsatadi.

Shuning uchun, eritmani izotermik bug'latganda u to'yinmas ekan, uning tuz tarkibi o'zgarmaydi, diagramma aksidagi tuz tarkibini ko'rsatuvchi figurativ nuqtasi m_2 da o'zgarmasdan qoladi. D tuz bilan to'yinishga yetganda eritma tuz tarkibi kristallanish nuri bo'ylab m_2 dan K ga tomon siljiydi. K nuqtada eritma B tuz bilan ham to'yinadi. Bug'latishni yana davom ettirilsa tuz tarkibini ko'rsatuvchi nuqta K dan E evtonika tomonga siljiydi. Qachonki eritma uchala tuz bilan ham to'yingan holatga yetganda va u to'liq qurimaguncha uni tarkibi o'zgarmaydi. B, C va D tuzlarni cho'kmadagi nisbati,

evtonik nuqtadagi eritma tarkibidagi tuzlar nisbatiga teng bo‘ladi.

Eritmani bug‘latishda hosil bo‘ladigan cho‘kma tarkibi nuqtasi, eritma tuz tarkibi va butun sistema tuz tarkibi figurativ nuqtasi bilan bir to‘g‘ri chiziqda yotadi. Qachonki eritma tuz tarkibi m_2 K chiziq bo‘yicha o‘zgarar ekan, cho‘kma - tuz tarkib uchburchakni D uchida harakatsiz qoladi. Qachonki eritma tarkibi KE chiziq bo‘yicha o‘zgarsa, cho‘kma tarkibi uchburchakni DB tarafi bo‘ylab D dan C ga taraf siljiydi.

Evtonik eritma qurishida cho‘kma tarkibi C dan m_2 tarafga siljiydi va bu (m_2) sistemani to‘liq suvsizlanishiga mos keladi.

Agarda berilgan haroratda sistemada kristallogidrat yoki qo‘shaloq tuz hosil bo‘lsa, izoterma aksida ushbu birikma sohasi hosil bo‘ladi.

Kristallogidratni tarkibi uchburchak uchidagi toza tuz nuqtasiga muvofiq keladi, chunki diagramma aksi sistema tarkibidagi suvni ko‘rsatmaydi. Shuning uchun, masalan (12.3-rasmdagi) diagrammada B nuqta berilgan haroratda bu fazalarning qaysi biri ajralishiga qarab suvsiz B nuqtaga yoki uni kristallogidratiga tegishli bo‘lishi mumkin.

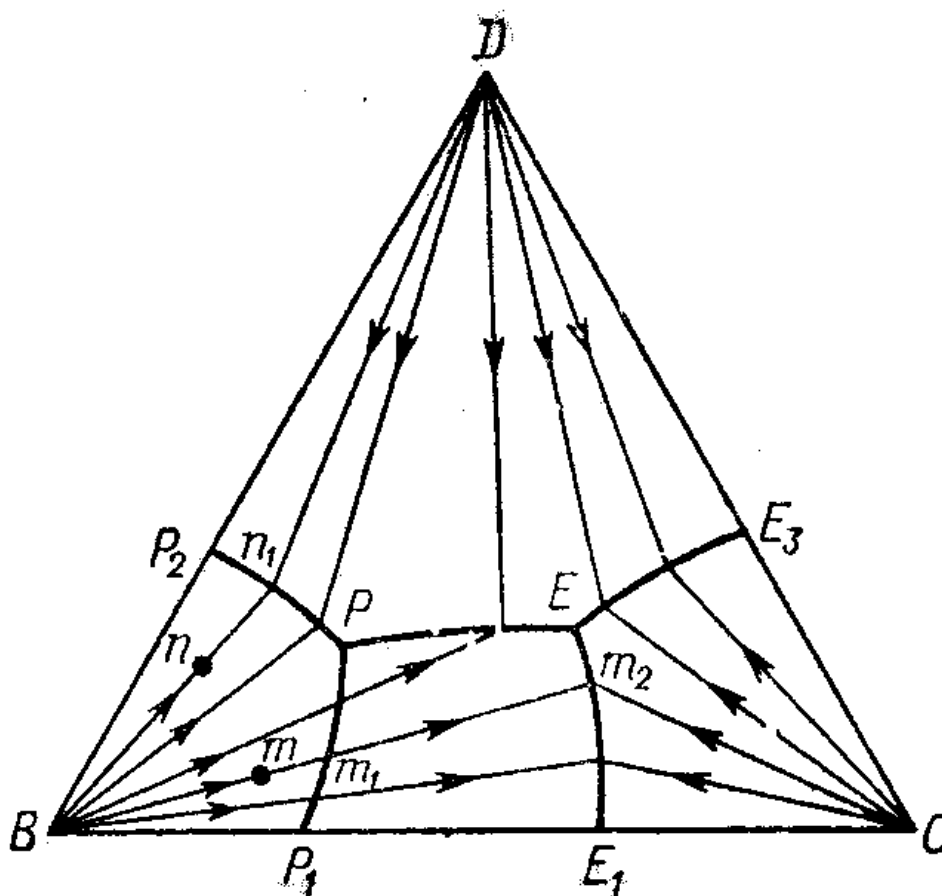
12.4-rasmda bir xil haroratda eritma tarkibiga bog‘liq holda B tuzni, suvsiz kristallari va uni kristallogidratlari hosil bo‘lishi mumkin bo‘lgan holat ko‘rsatilgan.

Kristallogidratni kristallanish sohasi – BP_1PP_2 B uchni chegaralaydi, P_1PEE_1 - suvsiz B tuzni kristallanish sohasi.

Suvsiz B tuz sohasidagi kristallanish nuri, kristallogidrat sohasidagi kristallanish nurini davom ettirib chiziladi, chunki ular tarkibi bitta qutb B da joylashgan.

m tarkibli eritma izotermik bug‘latilganda cho‘kmaga B tuz kristallogidrati ajraladi. Eritmani tarkibi, kristallanish nuri bo‘ylab xarakatida m_1 nuqtaga yetganda kristallogidratni suvsiz tuzga aylanishi kuzatiladi (suvsiz tuz kristallanishi bilan bir vaqtda kristallogidrat eriydi). Kristallogidrat to‘liq suvsizlanib bo‘lguncha eritma tarkibi m_1 dan o‘zgarmaydi yana bug‘lanishni davom ettirsak eritma tarkibi kristallanish davom etishi bilan m_1 dan m_2 ga siljishi bilan suvsizlangan B tuzga suvsiz B tuz qo‘shila boshlaydi.

m_2 ga yetishi bilan C tuzi ham kristallana boshlaydi, eritmani tuz tarkibi esa m_2E bo‘ylab E nuqtaga harakatlanadi, qaysiki eritma to‘liq quriguncha uchala tuz ham bir vaqtda kristalga tushadi. Agarda eritmani boshlang‘ich tarkibi n bo‘lsa, eritma tarkibi n .



12.4-rasm. Komponentlardan biri (B) kristallogidrat hosil qiladigan oddiy to'rtlik sistema izotermasini markaziy aksi.

B tuzni kristallogidrat tushishi bilan eritma tarkibi n dan n_1 ga siljiydi. n_1 da D tuz ham ajrala boshlaydi, eritma tarkibi esa n_1 dan P nuqtaga xarakatlanadi. P nuqtaga yetgach esa ajralgan kristallogidrat suvsizlana boshlaydi. Sistemadan suv bug'lanishi bilan kristallogidrat eriydi, B va D esa kristallanadi.(P nuqta inkongruent).

Kristallogidrat to'liq erib bo'lgach, B va D tuzlarni aralashmasi kristallanishda davom etadi, eritma tarkibi PE chiziq bo'ylab siljiydi (P nuqtadan E nuqtaga taraf). E nuqtada C tuzi ham kristallana boshlaydi.

12.5-rasmda B va C tuzlardan C qo'shaloq tuz hosil bo'lishi mumkin bo'lgan sistema izotermasini proyeksiyasi tasvirlangan.

$E_1EE_1E_1^1$ – qo'shaloq tuzni kristallanish sohasi (12.5a rasmda), P_1PEE_1 esa 12.5b rasmdagi qo'shaloq tuz sohasi.

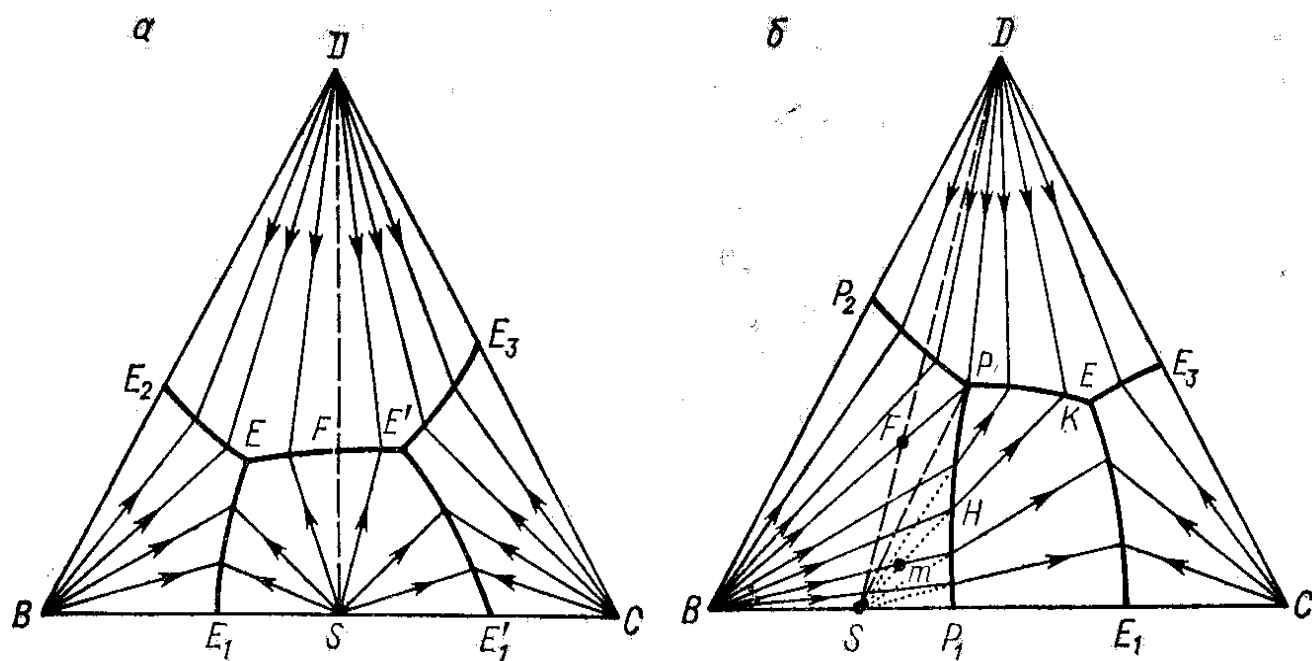
Qachonki bug'latilishi kerak bo'lgan sistemani tarkib nuqtasi bu sohalarda yotsa, jarayonda qo'shaloq tuz kristallanadi.

Kristallanish nuri cho'kmaga tushadigan qattiq faza tarkib nuqtasidan chiqadi, shuning uchun bu hollarda nur qo'shaloq tuz C nuqtasidan chiqarilgan.

12.5a rasmda qo'shaloq tuz kongruent eriydigan holga tegishli. Agarda sistema tarkibi BCD uchburchak sohasida yotsa, bu sistemani bug'latganda jarayon E evtonik nuqtada tugaydi. Agarda CSD uchburchakda yotsa – sistema E^1 nuqtada quriydi. F nuqta invariant bo'lmasada, DS chiziqda yotgan sistema (tuzlar eritmasi) F nuqtada to'liq quriydi.

12.5b rasmdagi evtonik nuqta E- kongruent, o'tish nuqtasi P- esa inkongruent.

P nuqtada oldin kristallangan B tuzlar eriydi va qo'shaloq tuzga aylanadi, cho'kmaga qo'shaloq tuz S va D tuz tushadi. Izotermik bo'g'latishdagi tuzlarni kristallanish tartibi sistema (eritmasini) boshlangich (tarkibiga) nuqtasiga bog'liq. Agarda bu nuqta BFD uchburchakda yotsa, (eritma nuqtasi qaysi tuzni kristallanish sohasida yotganiga qarab) oldin B yoki D tuz kristallanadi, eritma nuqtasi (tarkibi) P_2P chiziq bo'ylab harakatlanganda B va D tuzlar birgalikda kristallanadi.



12.5-rasm. Oddiy to'rtlamchi sistema eruvchanlik izotermasini markaziy aksi.
a.- kongruent eruvchi qo'shaloq tuzli; b – inkongruent eruvchi qo'shaloq tuzli.

P nuqtaga yetgach B tuzni hosil bo'lgan kristallari eriy boshlaydi, cho'kmaga esa qo'shaloq tuz C va D tuzlar tushadi. Jarayon P nuqtada tugaydi, chunki eritmada B tuzni S

qo'shaloq tuzga o'tib bo'lgunicha quriydi (chunki B:S nisbat qo'shaloq tuzdagi nisbatdan katta).

Agarda eritma nuqtasi (tarkibi) DFP uchburchakda yotsa, jarayon dastlab oldingi holdagi (BFD uchburchakdagi singari ketadi, ammo bu yerda B:C nisbat qo'shaloq tuzdagi nisbatdan kichik bo'lganligi uchun, kristallga tushgan B tuzni qo'shaloq tuzga aylanishi sistema qurishidan oldin tugaydi). Bu yerda D tuzni va qo'shaloq S tuzni kristallanishi davom etadi, eritma tarkibi esa PE chiziq bo'yicha o'zgaradi. Eritma tarkibi E- evtonikaga yetgach qo'shimcha ravishda C tuz xam tushadi va eritma tarkibi o'zgarmagan holda to'liq quriydi.

Agarda eritmani boshlang'ich tarkibi BFS uchburchakda yotsa, B kristallga ajraladi, eritma tarkibi P_1P siljishi bilan eritmaga o'tadi, cho'kmaga esa S qo'shaloq tuz tushadi. Eritma tarkibi P nuqtaga yetganda B tuz kristallari to'liq erib bo'lmaydi, uni erishi davom etadi, cho'kmaga B va S tuzdan tashqari D tuzi ham tushadi. Eritma B tuz kristallari to'liq erib bo'lguncha quriydi, shuning uchun cho'kma B, D va S tuzlardan iborat bo'ladi.

Qachonki boshlang'ich eritma tarkibi SFP uchburchak ichida yotsa, jarayon yuqoridagilarga o'hshash davom etadi. Ammo sistemada kristallga tushgan B tuzlar to'liq yo'qolmaguncha qo'rimaydi. Eritma tarkibi PE chiziq bo'ylab siljiganda kristallga S va D tuzlar birgalikda tushadi, E nuqtada to'liq quriganida C tuzi ham tushadi (kristallanadi).

Agar eritma tarkibi – m SPP_1 sohada yotsa, u holda birinchi B tuz kristallanadi. Eritma tarkibi P_1P chiziqqa yetgach, shu chiziq bo'ylab harakatlanadi, oldin kristallangan B tuzlar eritmaga o'tadi, qo'shaloq S tuzi kristallanadi. Bu jarayon eritma tarkibi S va m nuqtalarni tutashtiruvchi chiziqni P_1P chiziq bilan kesishish nuqtasidagi H nuqtaga yetguncha davom etadi.

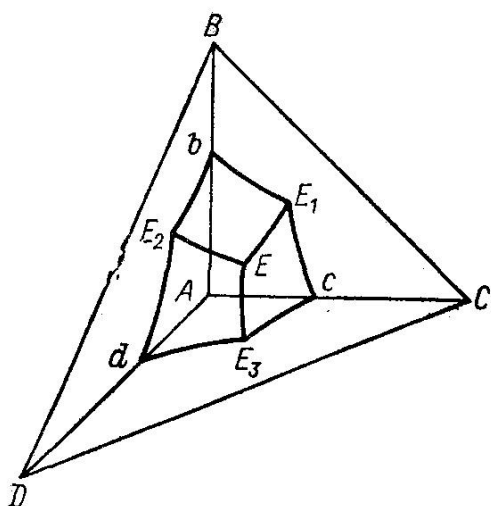
Bu nuqtada cho'kma tarkibi faqat S - qo'shaloq tuzdan iborat bo'ladi, B tuz kristallari to'liq eriydi. Shunday qilib eritma tarkibi H nuqtaga yetganda B tuzlar to'liq eriydi, endi faqat S tuzlari kristallana boshlaydi, eritma tarkibi esa qo'shaloq tuz sohasidagi kristallanish nuri HK bo'ylab siljiydi. Eritma tarkibi K nuqtaga yetganda kristalga D tuzi ham qo'shiladi. Agarda K nuqta E_1E chiziqda bo'lib qolsa cho'kmaga S

Hajmiy diagramma ma'lum suv miqdoriga to'g'ri keluvchi $a_1, a_2, a_3, \dots$ balandlikdagi BCD asosiga parallel bo'lgan tekisliklar bilan kesiladi (12.6-rasmga qarang). Bu tekisliklarni, to'yinish egri yuzasini kesishishidan hosil bo'lgan chiziqlarni ACD asosdagi aksi izogidrat deb ataladi 12.7-rasimdagi punktir chiziqlar – to'yingan eritmadagi 100 mol yoki ekvivalent tuzlar yig'indisiga bir xil miqdorda to'g'ri keladigan suv miqdorlari chiziqlari. Har bir chiziqda suvni mollar soni ko'rsatilgan.

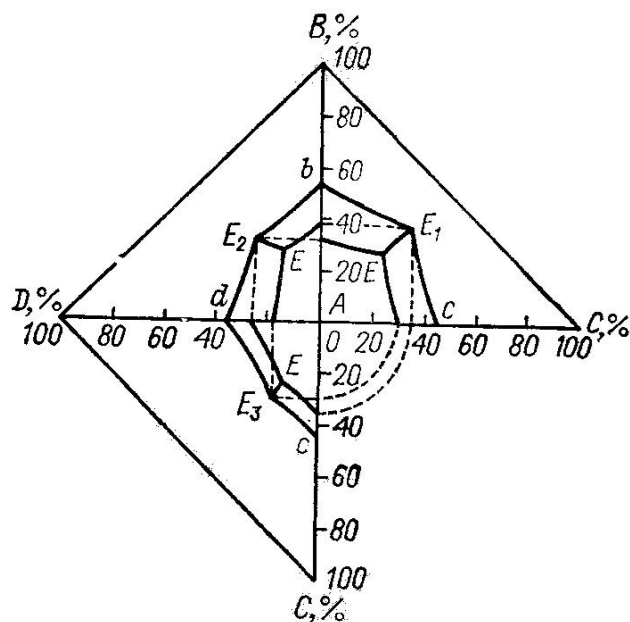
12.4. To'g'ri burchakli koordinatalarda oddiy to'rt komponentli sistema izotermasi.

Suv (A) va uchta (B, C va D) komponentlardan iborat to'rt komponentli oddiy sistemani uchlari to'g'ri burchakdan iborat piramidani biror yon yog'ida ifodalashda uch komponentli sistemalar izotermasini to'g'ri burchakli uchburchakni ifodalash prinsiplaridan foydalanamiz.

12.8 va 12.9-rasmda sistemada kristallogidrat, qo'shaloq tuz va uchlamchi tuz bo'lmagan sistemani fazoviy izotermasi va koordinatalar tekisligidagi ortogonal aksi ifodalangan.



12.8-rasm. To'g'ri burchakli koordinatalardagi oddiy to'rtlik sistema izotermasi.



12.9-rasm. Oddiy to'rtlik izotermasini to'g'riburchakli koordinatalar sistemasini koordinatalar tekisligidagi ortogonal aksi.

To'g'ri bo'rchak ostida kesishuvchi uchta koordinatdan har birida sistema komponentlaridan biri prosentda berilgan. Ularning masshtabi bir xil bo'lmasligi mumkin. Piramidani A uchi suvli burchagi deyiladi. Hajmiy shaklning ishchi diagrammasi bo'lib uch koordinatli tekislikdagi ortogonal aksi hizmat qiladi (3.36 rasm). Bu aks sistemadagi suvni miqdorini ham ifodalaydi. Eruvchanlik diagrammalarni to'g'ri burchakli koordinatalar o'qida, tarkibni foiz (mol yoki og'irlik birliklarida) ifodalab, qurish, erish, kristallanish, bug'latish jarayonlarini richag qoydasini qo'llab, grafik usulida hisob olib borishga imkon beradi.

Tayanch so'zlar va iboralar:

To'rt komponentli sistema: o'rin olish reaksiyalari, almashinish reaksiyalari, tetraedr, akslash markazi, qutbi.

Nazorat savollari:

1. To'rt komponentli sistemadagi maksimal fazalar soni qancha?
2. Oddiy to'rt komponentli sistemani qanday ifodalash mumkin?
3. Tetraedr yonlari qanday sistemalarni ifodalaydi?
4. Akslash markazi (qutbi) nima?

13- mavzu. O‘ZARO ALMASHINUVCHI TUZLAR JUFTINI GRAFIK IFODALASHDA KVADRATDA QURISH USULI.

O‘quv moduli birliklari:

13.1. O‘zaro almashinuvchi tuzlar sistemasi.

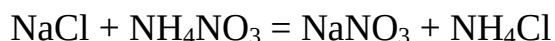
13.2. O‘zaro almashinuvchi tuzlarni kvadrat diagrammasi.

13.3. Kvadrat diagrammadagi izotermik bug‘latishni kristallanish yo‘li.

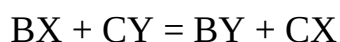
13.4. Tuzlarni almashinib parchalanishi.

13.1. O‘zaro almashinuvchi tuzlar sistemasi.

Umumiy ionga ega bo‘lmagan ikki tuz va suvdan iborat to‘rtlik sistemalarda muvozanat to‘rtta komponent o‘rtasida o‘rnatiladi. Masalan:



Bundan so‘ng reaksiyani umumiy tenglamasidan foydalanamiz:



Bu yerda B va C -- kationlar, X va Y – anionlar.

Agarda sistemada turli valentli ionlar ishtirok etsa, hisobda va grafik qurishda almashinish reaksiyasiga mos shartli ravishda molyar og‘irlikni ikki yoki uch barobar qiymatlari qabul qilinadi. Masalan: Kaliy sulfati va magniy xlorididan iborat o‘zaro almashinuvchi tuzlar sistemasi uchun

($\text{MgCl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{Cl}_2 + \text{MgSO}_4$), mol xlorid kaliy 2Cl(yoki K_2Cl_2) qabul qilingan.

O‘zaro ta’sir etuvchi tuzlar sistema eruvchanligini fazoviy diagrammasi, oddiy to‘rt komponentli sistema singari (13.1-rasm). Bundagi farq shundaki, o‘zaro almashinuvchi tuzlar izotermik sistemasi asosi to‘rtburchakdan, yon tomonlari teng tomonli uchburchaklardan iborat piramida yordamida ifodalanadi. Oddiy to‘rt komponentli sistema izotermasini ifodalashda esa asosi uchburchakli piramida yordamida ifodalanadi.

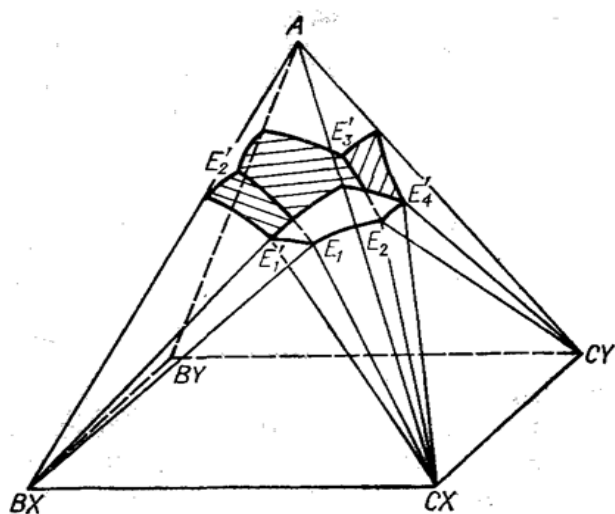
Suvni figurativ nuqtalari piramidani A uchda, to‘rtta tuzni nuqtalari kvadratni uchlarida, kvadratni tomonlarida esa bir xil ionli tuzlardan iborat sistema tarkibi berilgan. Piramidani uchburchakli yon tomonlarida suv va bir xil ionli ikki tuzdan iborat uch

komponentli sistema izotermalari, asosidagi tekislikda esa suvsiz tuz sistemalarni tarkibi berilgan.

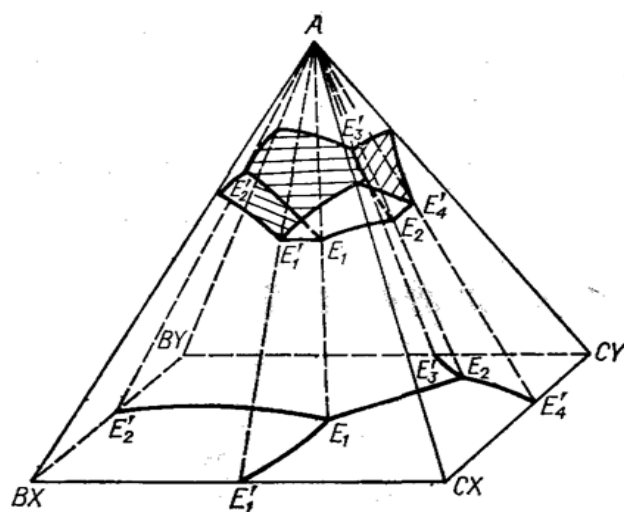
O‘zaro almashinuvchi sistemalar izotermasida, oddiy to‘rt komponentli sistema izotermasidan farqli o‘laroq, sistemaga kiruvchi har bir tuzga tegishli to‘rtta to‘yingan eritmalar yuzasi bor. Shuning uchun eritmada uchta tuz bilan to‘yingan bitta emas ikkita uchlik E_1 va E_2 evtonikalar bor. 13.1-rasimda ifodalangan holatda E_1 evtonikada eritma uchta BX, BY E_1E_2 chiziqda joylashgan nuqtalarda eritma BY va CX tuzlari bilan to‘yingan.

Uch tuzdan tashkil topgan, cho‘kmasi bo‘lgan eritma tarkibi, ushbu uchta tuzdan tashkil topgan nuqtalar yotgan asosli, uchi uchlik evtonika bo‘lgan, uchburchakli piramida ichida joylashgan.

13.1, 13.2-rasmlarda o‘zaro almashinuvchi tuzlar eruvchanligi sistemasini izotermik diagrammasini markaziy aksini qurish usuli ko‘rsatilgan.



13.1-rasm. Uzaro almashinuvchi tuzlar sistemasini xajmiy eruvchanlik izotermasi.



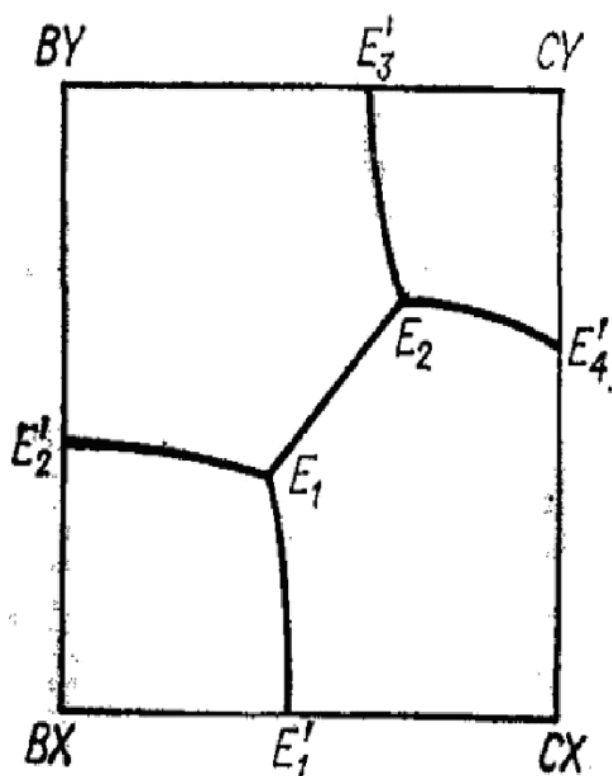
13.2-rasm. Uzaro almashinuvchi tuzlar sistemasini xajmiy eruvchanlik izotermasini markaziy aksini kurish

13.3-rasmda esa bunday qurish natijasida olingan iyeneke kvadrat diagrammasining ko‘rinishi ko‘rsatilgan.

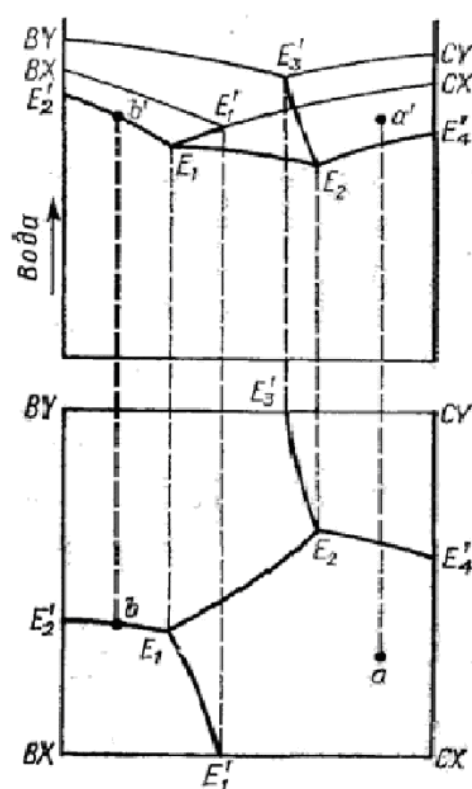
Bu diagrammada toza tuzlarning eruvchanligi kvadrat uchlari bilan mos tushadi, ikkilik $E_1^1, E_2^1, E_3^1, E_4^1$ evtonikalar kvadrat tomonlarida yotadi; uchlik E_1 va E_2 evtonikalar

esa kvadrat ichida. Kvadrat ichidagi chiziqlar bu yopishib turgan sohadagi tuzlarni birgalikda kristallanishiga mos keladi. Kvadrat diagrammadagi barcha nuqtalar sistema tuz tarkibini ko'rsatadi. Ammo, bunday diagrammalar bilan suv miqdorini aniqlab bo'lmaydi. Bu maqsad uchun diagrammaga izogidratlar chizig'ini kiritish yoki suv diagrammasini chizish kerak.

Odatda kvadrat diagramma yuqorisiga yoki yon tarafiga suv diagrammasini aksi chiziladi(13.4-rasm).



13.3-rasm. O'zaro almashinuvchi tuzlar sistemasini kvadrat diagrammasi.



13.4-rasm. O'zaro almashinuvchi tuzlar sistemasini kvadrat va suv diagrammasi.

Bu diagrammalarni to'yinish yuzalarini ordinata aksida yotgan tarkib (nuqtalar), Iyeneke indekslar soni ya'ni to'yingan eritmadagi 100 (yoki 1) mol tuzlar yig'indisiga (100 yoki 1 ekvivalent tuzlar yig'indisiga) to'g'ri keladigan suvni mollari soniga to'g'ri keladi. Bu eritmalar tuz (mol hisobida) tarkibi kvadrat diagrammada mos nuqtalar bilan ifodalanadi (masalan, a nuqta – a^1 miqdordagi suvi bo'lgan to'yingan eritma tuz massasini tarkibini ko'rsatadi; huddi shuningdek b va b^1 nuqtalar) (13.4-rasmga qarang).

Eslatma a nuqta – a^1 nuqta (ya'ni suv miqdori) turlicha qiymatga ega bo'lishiga qaramasdan o'zgarmasdan qoladi. a^1 esa suv koordinatiga parallel chiziq bo'yicha siljishi mumkin. Suv diagramma aksini kvadrat diagrammaga perpendikulyar bo'lgan xoxlagan tekisliklarda ifodalash mumkin. Miqdoriy hisoblarni o'tkazish uchun kristallanish nuriga o'tkazilgan suv diagramma tekisligidan foydalaniladi.

13.2. O'zaro almashinuvchi tuzlarni kvadrat diagrammasi.

O'zaro almashinuvchi tuzlarni suvdagi eruvchanligini ifodalovchi kvadrat diagrammada yotgan xar bir nuqta sistemani tuz massasidagi ion tarkibini ko'rsatadi. Ionlar, molekulalar singari ekvivalent miqdorida olinadi; masalan, agar kationlar Mg va K dan iborat bo'lsa, 1 mol K^+ ioni uchun shartli ravishda 2K (yoki K_2) qabul qilinadi. Kationlar yoki anionlar aralashmasidagi har bir ion ulushi foizlarda ifodalanadi – 100% deb anionlar yig'indisiga teng bo'lgan kationlar miqdori (yoki aksincha) 100% deb qabul qilinadi. BX-CX chizig'ida yotgan sistemani nuqtalarida X ioni miqdori 100%, Y ion esa-0%. BY –CY chizig'ida yotgan nuqtalar esa aksincha(Y-100%, X-0%).

Kvadrat diagramma ichidagi X va Y ionlari bo'lgan sistemada ularning miqdori richag qoidasiga muvofiq – ularni miqdori sistema tarkibi nuqtasidan kvadratdagi ionlarga mos tomonlarigacha bo'lgan monofalarga teskari proporsional. Shunday qilib m nuqta (anionlari) uchun (13.5-rasm)

$$\frac{\text{Y ion miqdori}}{\text{X ion miqdori}} = \frac{sm}{rm} = \frac{\text{Y kesim}}{\text{x kesim}}$$

Xuddi shuningdek m nuqta kationlari uchun:

$$\frac{\text{B ioni miqdori}}{\text{C ion miqdori}} = \frac{qm}{pm} = \frac{\text{B kesim}}{\text{C kesim}}$$

Kvadrat tomonlarini 100% deb qabul qilinganligi uchun, $b+c=x+y = 100\%$ bo'lakligidan m nuqtadagi ionlar miqdorini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\begin{array}{rcl} \text{B ion miqdori} & & b\% \\ + & & \\ \text{C ion miqdori} & & c\% \text{ yoki } (100-b) \end{array}$$

$$\text{Barcha kationlar} \qquad 100\%$$

X ion miqdori	x%
+	
Y ion miqdori	y% yoki (100-x)%
Barcha anionlar	100%

Sistemani ion tarkibini bilgan holda shartli ravishda uni tuz tarkibini aniqlash mumkin.

Sistema tarkibiga kiruvchi barcha tuzlarni umumiy mol soni kationlar yoki anionlar miqdoriga (100%) teng bo'lsa, tuz tarkibini Iyeneke indeksi orqali ifodalash mumkin bo'ladi. ya'ni xar bir tuzni, 100 mol tuzlar yig'indisiga to'g'ri keladigan mollar soni (sistema tuz tarkibidagi molyar ulushi, %) bo'ladi. Agarda $b < x$ bo'lsa, u holda shartli ravishda b% B ioni b% X ioni bilan bog'lanib b% BX tuzini olamiz; qolgan $(x-b)\%$ X ionni teng ulushdagi $(c-y)\%$ C ion bilan bog'liq $(x-b)$ yoki $(c-y)\%$ CX ni olamiz; qolgan $(c-y)\% = y\%$ ga teng C ni c ulushi, Y ni y% bilan bog'lab y% ga teng CYni olamiz. Natijada sistema tarkibi shartli ravishda uchta tuz molyar qismlaridan tashkil topadi: b% BX, $(c-y)\%$ CX va y% CY. Qachonki $b > x$ bo'lsa tarkib quyidagicha bo'ladi:

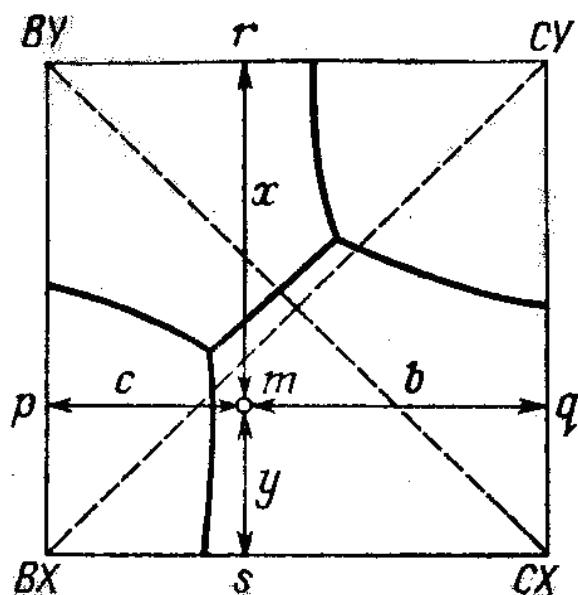
X% BX, s% CY va $(y-c)\%$ BY.

Bu narsani sonli misolda ko'rsatamiz.

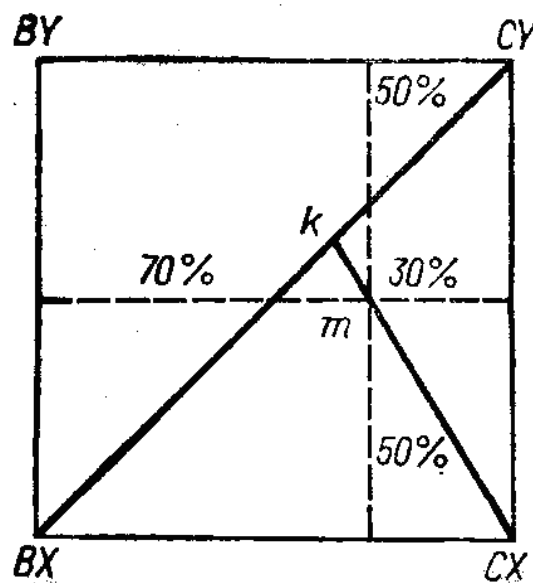
Sistema tarkibi quyidagicha: 60% B kation va 40% C kation; 70% X anion va 30% Y anionidan iborat 60% B kation 60% X anion bilan birikib 60% BX ni hosil qiladi. Qolgan $70-60=10\%$ X anion 10% C kation bilan birikib 10% CX ni hosil qiladi. Qolgan $40-10\%=30\%$ C kation 30% Y anion bilan birikib, 30% CY tuzini hosil qiladi. Sistema tarkibi: 60% BX, 10% CX va 30% CY tuzlardan iborat bo'ladi.

Bu sistemani nuqtasi BX-CX-CY uchburchak uchida yotadi. Ammo bu tarkib shartlidir, chunki bu nuqta boshqa uchburchak BX-CX-BY ichida ham joylashishi mumkin. ya'ni 30% Y ni 30% B kation bilan $60-30=30\%$ B kationni 30% X anion bilan bog'lab 30% BX, $70-30=40\%$ X anionni 40% S kation bilan bog'lab 40% CX olamiz va oldingiga o'xshash sistema tarkibi: 30% BY, 30% BX va 40% CX dan iborat bo'ladi. Boshqa ko'rinishlar yo'q. Bu tarkiblarning ikkalasi xam diagrammada bitta nuqtani

ko'rsatadi. Sistemani tarkibini nafaqat berilgan ion tarkib bilan balki tuz tarkib bilan ham, birlashtiruvchi to'g'ri chiziqliq va richag qoydalaridan foydalanib ifodalash mumkin.



13.5-rasm. Berilgan figurativ nuqta bo'yicha sistemani tuz massa tarkibini aniqlash.



13.6-rasm. Sistemani berilgan tarkibi asosida figurativ nuqtani topish.

Agarda tuz tarkibi uchta tuzni molyar qismlarida (%) berilgan bo'lsa: α BX, β CY va γ CX sistemani ikki qismga ajratish mumkin- ($\alpha \pm \beta$) BX va CY aralashmasi hamda γ CX, BX va CY aralashmani k nuqtasi kvadratni diagonalida yotadi, bu tuzlarni birlashtiruvchi nuqtalari diagonalni oxiridan (13.6-rasm) α va β kattaliklarga teskari proporsiyadagi masofada yotadi.

Sistemani izlanayotgan CX va k tarkibdan iborat m nuqtasi, k va CX ni birlashtiruvchi to'g'ri chiziqliqda bu nuqtalardan ($\alpha + \beta$) va γ qiymatlarga teskari proporsional masofada yotadi. Masalan sistema 30% BX, 50% CY va 20% CX bo'lsa sistemani 80% BX+CY aralashmasi va 20% CX dan iborat deb qarashimiz mumkin. BX – CY chiziqliqdagi k nuqtani holati quyidagi nisbatdan topiladi:

$$\frac{\text{BX dan k gacha bo'lgan masofa}}{\text{CY dan k gacha bo'lgan masofa}} = \frac{50}{30}$$

$$\text{CY dan k gacha bo'lgan masofa} = 30$$

Bu yerdan kelib chiqadiki, BX dan k nuqttagacha bo'lgan masofa diagonalni qismiga teng. Izlanayotgan m nuqta kuyidagi nisbatdan aniqlanadi.

k nuqtadan m gacha bo'lgan masofa = 20

CX dan m gacha bo'lgan masofa 80

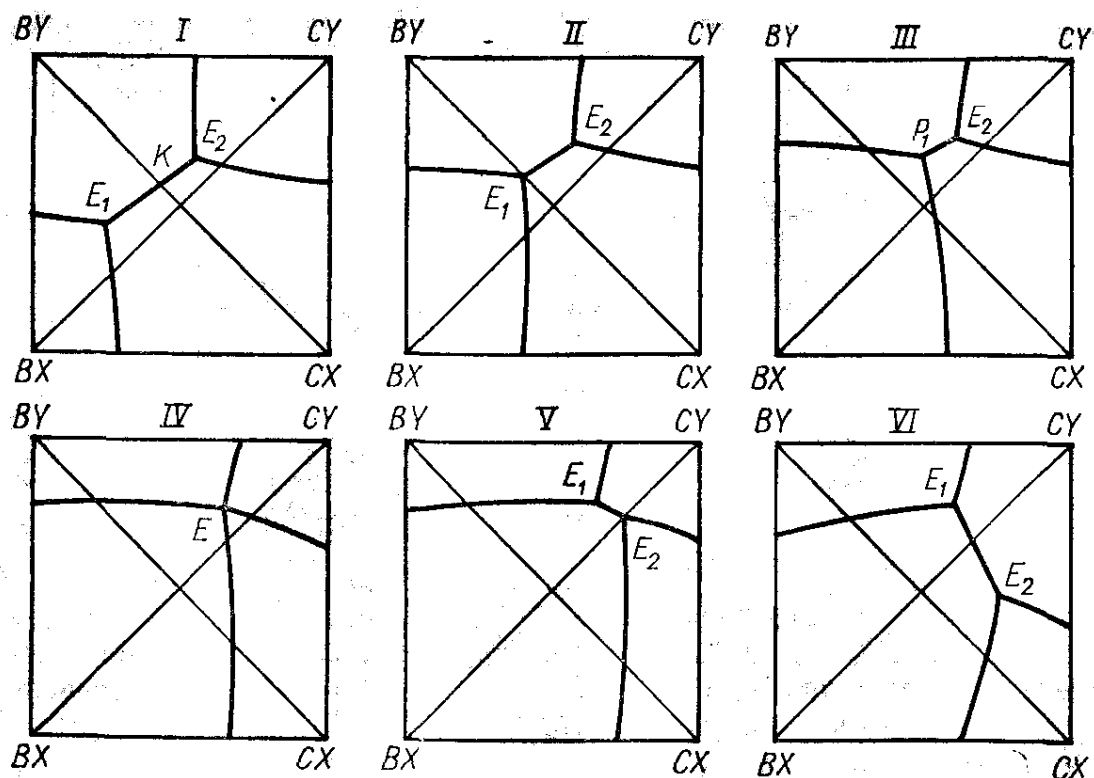
Bundan km uzunlik, k va CX nuqtalarini birlashtiruvchi chiziqni uzunligini 2/10 ga teng ekanligi kelib chiqadi.

m nuqtani o'rnini topish uchun, berilgan tuz tarkibidan sistemani ion tarkibi hisoblanadi. Chunki kation va anionlar yig'indisi 100% deb qabul qilinganda, ion tarkib kuydagicha bo'ladi: 30% B va 70% C; 50% X va 50% Y. Bu sonlar asosida 13.6-rasmdagi m nuqta o'rni topiladi, chunki u tuz tarkibi asosida topilgan nuqta bilan bir xil (muvofig keladi). Sistemada gidratlar, qo'shaloq tuz va qattiq eritma bo'lmasa kvadrat diagrammada to'rtta kristallanish maydoni bo'ladi, eritma to'rtta tuzdan biri bilan to'yingan bo'ladi. Sistemani xossasi va shartiga qarab bu maydonlar bir biridan turlicha chegaralanishi mumkin. 13.7-rasmda bitta sistemani turli haroratdagi kvadrat diagrammasi ko'rsatilgan. 1 xolatda BY va CX tuzlarni kristallanish maydonlarini uchrashish chegarasi evtonik chiziq E_1, E_2 , BY-CX diagonalni kesib o'tadi. Bu esa bu tuzlarni shu haroratda barqarorligini xarakterlaydi. E_1, E_2 evtonik chiziqni kesuvchi diagonal barqaror diagonal deyiladi. BY va CX tuzlarni barqarorligini fizik ma'nosi kuydagicha. Agarda ikki tuzni suvda eritsak, faqat BY va CX tuzlari kristallanish maydonlari kesishadigan sistemani tuz tarkibi BY-CX diagonali bo'ladi. Eritmada suvni izotermik bug'latganimizda eritmada faqat shu ikki tuz BY va CX bir vaqtda kristallaniuvchi avvalo ikkisidan biri, so'ng sistema tuz tarkibi ikkila tuz bilan to'yinishga mos keluvchi K nuqtaga yetganda, BY va CX tuzlarni birgalikda kristallanishi kuzatiladi. Eritmalarni izotermik bug'latilganda barqaror BY-CX diagonalda yotuvchi tuz tarkibi k nuqtaga to'g'ri kelsa, bu nuqta invariant bo'lmasada, sistema ushbu K nuqtada to'liq quriydi E_1 va E_2 uchlik nuqtalar kongruent, chunki ularga mos keluvchi xosil bo'lgan birikmalar uchburchaklar ichida joylashgan.

Bu sistema uchun uchlik nuqtalardan biri inkongruent aylanish nuqtasi bo'ladigan harorat oralig'i bo'ladi.

Sistema I holatda bu harorat oralig'idan tashqarida joylashgan.

II-holatda haroratning o'zgarishi E_1 evtonikani barqaror diagonaligacha suradi. Haroratni yanada o'zgarsa E_1 o'ziga mos kelmaydigan BY-CY-CX uchburchak tomonga siljmaydi, ya'ni inkongruent nuqta P_1 ga aylanadi (III- xolat). II- holat aylanishi harorat oralig'ini boshlang'ich chegarasiga mos keladi.

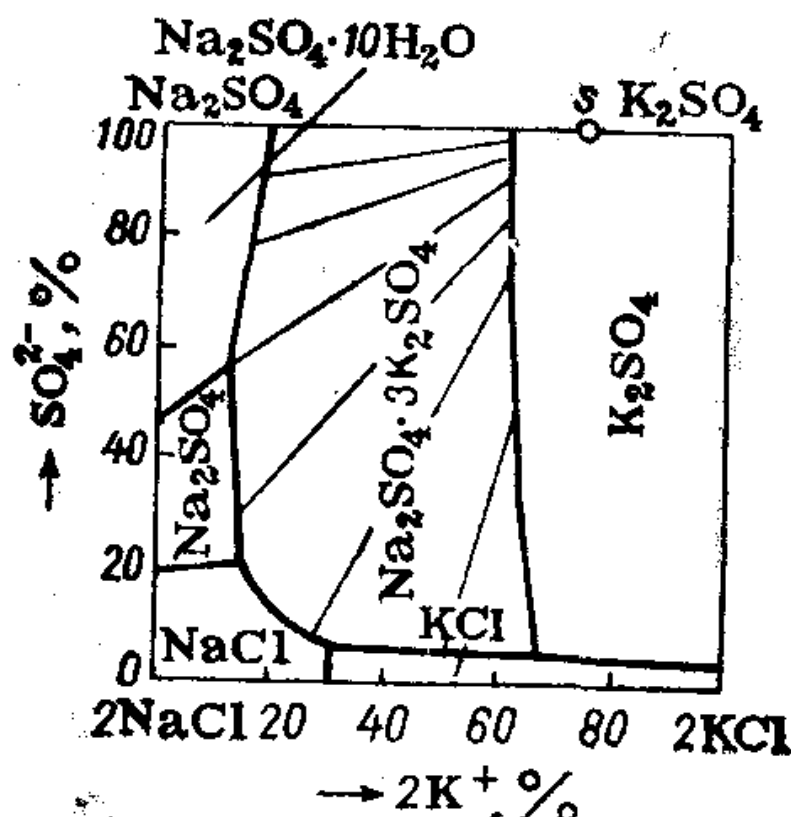


13.7-rasm. O'zaro almashinuvchi tuzlar sistemasini kvadrat diagrammasining turli temperatura sharoitidagi ko'rinishlari.

III- holatda sistema harorati aylanish oralig'ini ichida joylashgan P_1 nuqta aylanish nuqtasi, qaysiki izotermik bug'latishdan oldin tushgan BX tuz eriydi, va BY va CX tuzlar kristallanadi. IV holatda ikkala uchlik nuqtalar bitta inversiya nuqtasi E nuqtada birlashadi. Bunda almashinuvchi sistema tarkibidagi barcha to'rtala tuzning ham kristallanish maydonlari uchrashadi, ya'ni eritma to'rtala tuzning qattiq fazalari bilan muvozanatda bo'ladi. Eritmada barcha to'rtala tuzning bir vaqtda kristallanishi inversiya nuqtasiga to'g'ri keluvchi haroratda bo'ladi. Haroratni o'zgarishini davom ettirsak, yana ikkita uchlik nuqta hosil bo'ladi (V va V_1 xolatlar), ammo V_1 holatda barqaror tuzlar juftligi boshqa ikkita tuz BX va CY bo'ladi.

Qurilgan kvadrat diagramma xajmiy izotermaning aksidir, IV va shuning uchun izotermik diagramma deyiladi. Sistemani turli haroratlarda eruvchanligiga bog‘liq savollarga yechim izlashda, kvadrat diagrammaga turli haroratdagi izotermalar kiritiladi.

Suvli sistemani eruvchanligi 5, 25, 50 va 100°C larda berilgan. Birnecha izotermalarni bitta tekis grafikga kiritish diagrammani konstruksiyasiga bog‘liq emas.



13.8-rasm. $2\text{NaCl} + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{KCl}$ sistemasining 25°C dagi eruvchanligi.

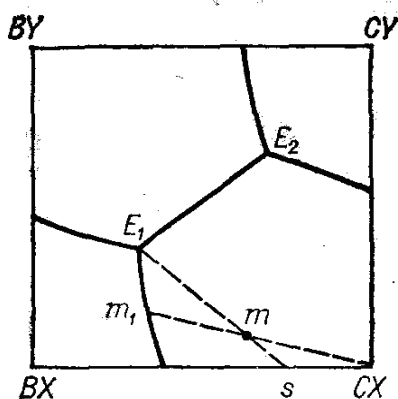
Agarda ma’lum xaroratda sistema qattiq fazasida qo‘shaloq va gidratlangan tuzlar bo‘lsa, diagrammada bu birikmalarga mos keladigan kristallanish maydonlari bo‘ladi. 13.8-rasmda $2\text{NaCl} + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{KCl}$ sistemani eruvchanlik diagrammasi 25°C da kursatilgan. Bu sistemada suvsiz tuzlardan tashqari mirabilit $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ va glazerit $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{K}_2\text{SO}_4$ lar ham kristallanishi mumkin. Glazerit maydonidagi kristallanish nurlari maydondan tashqariga chiqadi. Eritma bilan muvozanatda maydonlari diagrammaga yopishib turgan cho‘kma, qattiq fazada birga mavjud bo‘lishi mumkin. Shunday qilib 25°C eritma bilan, K_2SO_4 va NaCl yoki KCl va Na_2SO_4 tuzlarining kristallari birgalikda muvazonatda bo‘la olmaydi.

13.3. Kvadrat diagrammadagi izotermik bug‘latishni kristallanish yo‘li.

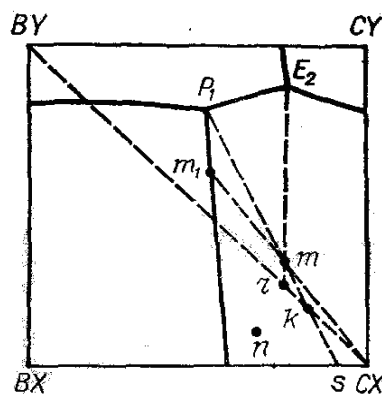
Avvalo oddiy holatni – uchlik qo‘shaloq kristallogidratlar va qattiq eritma xosil qilmaydigan, uchlik (evtonik) ikkala nuqtalari ham kongruent bo‘lgan holni qaraylik (13.9-rasm). Agarda to‘yinmagan eritmani tuz massasini tarkibi m nuqta bilan xarakatlansa, suvni izotermik bug‘latganimizda sistema CX tuz bilan to‘yinmaguncha (m nuqta –CX ni kristallanish maydonida) m nuqtani xolati o‘zgarmaydi.

Bug‘latishni davom ettirganimizda CX tuz kristalga tushishi bilan eritma tuz massasini tarkib nuqtasi CX ni kristallanish nuri CX- m dagi m_1 kesim bo‘ylab siljiydi. m_1 nuqtada eritma ikkita CX va BX lar bilan to‘yinadi, kristallanish davom ettirilsa ikkila tuz ham kristallga tushadi, eritma tuz massasini tarkibi m_1E_1 chiziq bo‘ylab siljiydi. Cho‘kma tarkibi esa bir vaqtda CX-C kesim bo‘ylab o‘zgaradi. Qachonki eritma evtonik nuqtada bo‘lsa, tuz massasi tarkibi E_1 bo‘ladi, cho‘kma tarkibi esa S nuqtada bo‘ladi. Shunday qilib sistemani tuz massasi m , eritma tuz massasi tarkibi E_1 va cho‘kma tarkibi C har doim bitta to‘g‘ri chiziqda yotadi. Uchta – CX, BX va BY tuzlar bildan to‘yingan E_1 – evtonik eritmada suvni bug‘latishni davom ettirsak, eritmada bu tuzlar qanday nisbatda bo‘lsa huddi shu nisbatda chukmaga tushadi. Shuning uchun eritma tarkibi sistema to‘liq qurimaguncha o‘zgarmaydi. Cho‘kma tarkibi S dan m nuqttagacha o‘zgaradi, kristallanish oxirida cho‘kma tarkibi m nuqtaga mos keladi.

Endi uchlik nuqtalardan biri P_1 inkongruent bo‘lgan sistemadagi suvni izotermik bug‘latishni qaraymiz (13.10-rasm).



13.9-rasm. Kvadrat diagrammadagi kristallanish yo‘li.

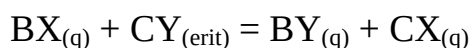


13.10-rasm. Uchlik (evtektik) nuqtalardan biri inkongruent bo‘lgan kvadrat diagrammadagi kristallanish yo‘li.

Oldingi misoldagi singari sistema tuz massasi m nuqta, bug'latish davomida o'zgarasdan qoladi. CX kristallga tushishi bilan eritma tuz massasi tarkibi mm_1 , to'g'ri chiziq bo'ylab siljiydi, so'ngra CX va BX ni birgalikda kristallanishi bilan eritma tuz massasi tarkibi m_1P_1 –chiziq bo'ylab harakatlanadi. Qachonki eritma tuz massasi tarkibi P_1 bo'lganda, tarkibidagi ikkita CX va BX bo'lgan cho'kma tarkibi S nuqtada ifodalanadi. Chunki $P_1, CX-BX-BY$ uchburchakda yotmaydi, ya'ni u inkongruent.

Eritma tuz massasi CX, BX va BY tuzlar kristallanish maydonlari uchrashgan tarkibi P_1 nuqtaga yetganda, uchinchi tuz BY - kristallana boshlaydi.

P_1 nuqtada CX va BY tuzlarni kristallanishi bilan, kristallga tushgan BX eritmadagi ionlari muvozanati saqlangan xolda eriy boshlaydi, shuning uchun P_1 nuqtada eritma tarkibi o'zgarasdan qoladi. Boshqacha aytganda bu kristallanish jarayonida quyidagi reaksiya ketadi:



P_1 nuqta bilan ifodalangan eritma tuz massasi tarkibi o'zgarasdan qolishi kerak, shuning uchun bu yerda kristallanadigan cho'kma tarkibi eritma m tuz massasi tarkibiga mos kelishi kerak, ya'ni cho'kma tarkibi P_1 nuqta bilan ifodalanadi. Ammo bu nuqta uchlarida chukmada bo'lgan tuzlar CX-BX-BY uchburchagidan tashqarida joylashgan, shuning uchun P_1 nuqtada bu tuzlar mavjud bo'la olmaydi. Cho'kmadagi BX tuz ionlari eritmadagi CY ionlari bilan tasirlashishida eritmadagi ionlar nisbati o'zgarasdan qoladi. Shunday qilib kristallga tushgan BX tuzi erib eritmaga o'tishi bilan eritma tuz tarkibi P_1 nuqtada o'zgarasdan qoladi, chukma tarkibi esa sk kesim bo'ylab siljiydi. k nuqta CX-BY diagonalda joylashgan, bunga yetgach cho'kma faqat shu ikkala tuzdan iborat bo'ladi, BX esa bu nuqtada to'liq erib bo'lmaydi.

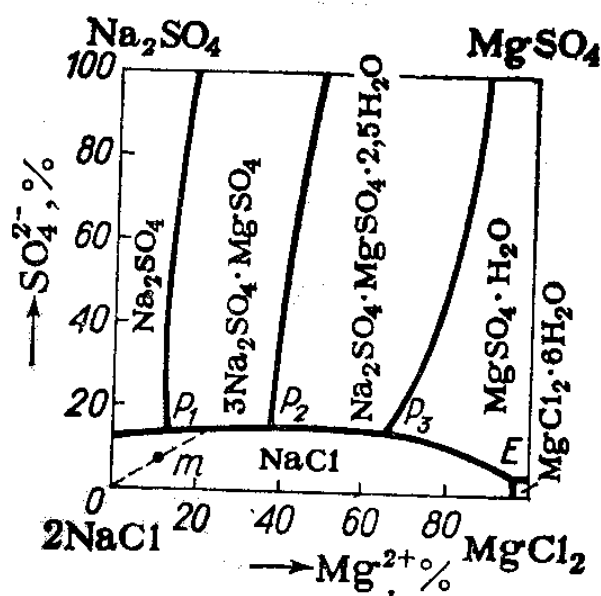
Bug'latishni yana davom ettirsak CX va BY tuzlar kristallanishda davom etadi. Eritmani tuz massasi tarkibi P_1 dan P_1E_2 chiziq bo'ylab E_2 evtonik nuqtaga siljiydi. Cho'kma tarkibi esa k r kesim bo'ylab siljiydi. E_2 nuqtaga yetganda eritma uchta tuz BY, CY va CX bilan to'yinadi va to'liq quriguncha uchala tuz kristallanadi. Oxirgi etapda cho'kma tarkibi rm kesim bo'ylab o'zgaradi va m nuqta qotgan sistema tuz massasi tarkibiga mos keladi. CX-BY diagonalni boshqa tarafida joylashgan n tarkibli eritmadagi

kristallanish va izotermik bug‘latish xam yuqoridagi singari bo‘ladi. Ammo bo‘g‘latish jarayoni P_1 nuqtada to‘gaydi va sistema cho‘kmaga tushgan BX tuzlar erib bo‘lguncha to‘liq qotadi. Qotgan sistema CX, BX va BY tuzlardan iborat bo‘ladi, n nuqta bu tuzlardan tashkil topgan uchburchak ichida joylashgan.

Endi kristallogidrat va qo‘shaloq tuzi bo‘lgan murakkab sistemadagi suvni izotermik bug‘latishini kuzatamiz. 13.11-rasimda Na^+ , Mg^{2+} / Cl^- , SO_4^{2-} suvli sistemani kvadrat diagrammasi ifodalangan. Bu diagrammada 4 ta uchlik nuqta bor, bularni har birida uchta birikmani kristallanish maydonlari uchrashgan. P_1 , P_2 va P_3 nuqtalar inkongruent o‘tish nuqtalari, E esa kongurent evtonik nuqta. E nuqtada eritma turli dastlabki tarkibli sistema izotermik bug‘latilganda to‘liq quriydi. Agar eritma tuz massasi m nuqtada ifodalansa va eritma 100°C da bug‘latilsa dastlab m nuqta joylashgan maydon NaCl bilan to‘yinadi.

Bug‘latish davom ettirilganda NaCl-galit bilan bir vaqtda qo‘shaloq tuz $3\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$ - vantgoffiy kristalga tushadi. Eritma tarkibi P_2 ga yetganda bug‘latishni yanada davom ettirsak galit bilan birga qo‘shaloq tuz kristallogidрати levsita – $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 25\text{H}_2\text{O}$ kristallga tushishi oldin kristallga tushgan qushaloq tuz vantgoffiyni erishi bilan bir vaqtda sodir bo‘ladi.

Vantgoffiy to‘liq erib bo‘lgan eritma tuz massasi tarkibi P_2 - P_3 chiziq bo‘ylab o‘zgarganda kristalga galit va levsitani aralashmasi tushishda davom etadi.



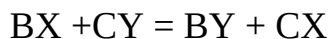
13.11-rasm. $2\text{NaCl} + \text{MgSO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MgCl}_2$ sistemasining 100°C dagi eruvchanligi.

P₃ nuqtada NaCl va MgSO₄*H₂O-kizeritni kristalga tushishi levsitani erishi bilan boradi. Levsita to‘liq erib bo‘lgach eritma tuz massasi tarkibi P₃E chiziq bo‘ylab E evtonik nuqtaga taraf o‘zgarganda kristallga NaCl va MgSO₄*H₂O aralashmasi tushishida davom etadi. E nuqtaga yetganda esa uchta tuz- NaCl, MgSO₄*H₂O va MgCl₂*6H₂O aralashmalarini kristallanishi, sistema to‘liq quriguncha davom etadi.

Ba’zi tuz sistemalaridan suvni bug‘latishda kamdan kam hollarda sistema metastabil xolat namayoni xosil qiladigan o‘ta to‘yingan eritma hosil bo‘ladi. Shuningdek xaqiqiy kristallanish yo‘li nazariy holatdan farq qilishi mumkin. Masalan, yuqoridagi Na⁺, Mg²⁺//Cl⁻, SO₄²⁻ suvli sistemadan NaCl- galitni kristallanishi nafaqat galitni kristallanish maydonida, balki qushaloq tuz maydonida ham kuzatilishi mumkin, ya’ni qo‘shaloq tuz kristallanmasdan NaCl kristallanadi. Bu xol figurativ nuqtani qushaloq tuz maydonida tanlanganda.

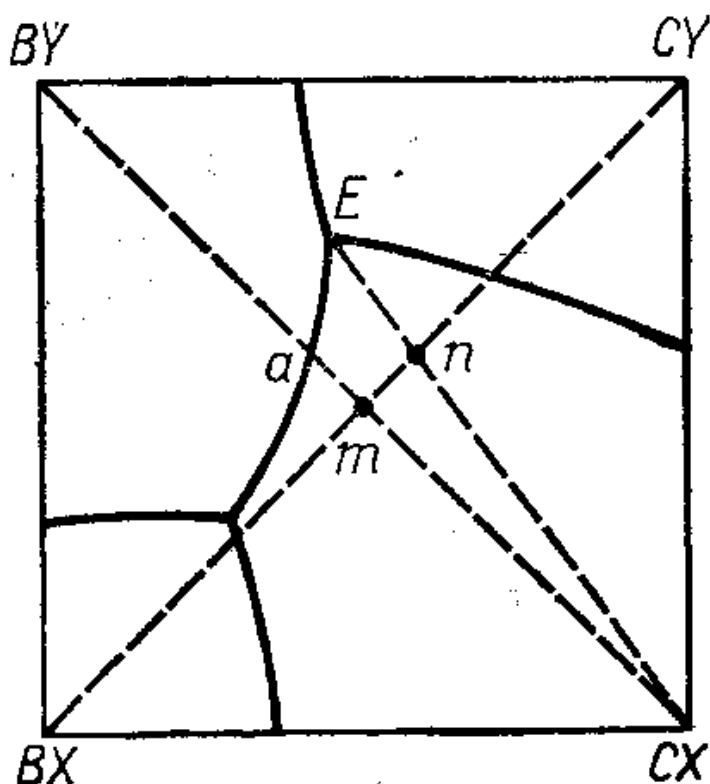
13.4. Tuzlarni almashinib parchalanishi.

Endi quyidagi reaksiya bo‘yicha tuzlarning almashinib parchalanishini kvadrat diagrammada qanday ifodalanishini kurib chiqamiz:



Agarda CX va BU tuzlarni ekvivalent miqdorlarini suvda eritsak eritmani tuz massasi tarkibini kursatuvchi m nuqta diagonallarini kesishish nuqtasida joylashadi. Bu nuqta 13.12-rasmdagi holatda CX tuzni kristallanish maydonida joylashgan. Shuning uchun bu eritmani izotermik bug‘latganimizda eritma to‘yingach CX kristallari ajralib chiqib boshlaydi.

Eritma tarkibi esa ma kesma bo‘ylab o‘zgaradi. a nuqtada eritma BY tuzi bilan xam to‘yinadi. Shuning uchun agarda jarayon BX va CY lardan CX tuzini olish uchun olib borilayotgan bo‘lsa eritma tuz massasi tarkibi a nuqtaga yetganda bo‘g‘latish tugatiladi va CX tuzi ajratib olinadi. Agarda uni kristallanish yo‘lini ma yo‘li bilan emas balki undan uzunroq nE kesim bo‘yicha olib borilsa, CX tuzni chiqimini (ya’ni CX tuzni dastlab olingan bitta yoki ikkala tuzlarni birlik massasiga nisbatan chiqqan miqdori) oshirish mumkin.

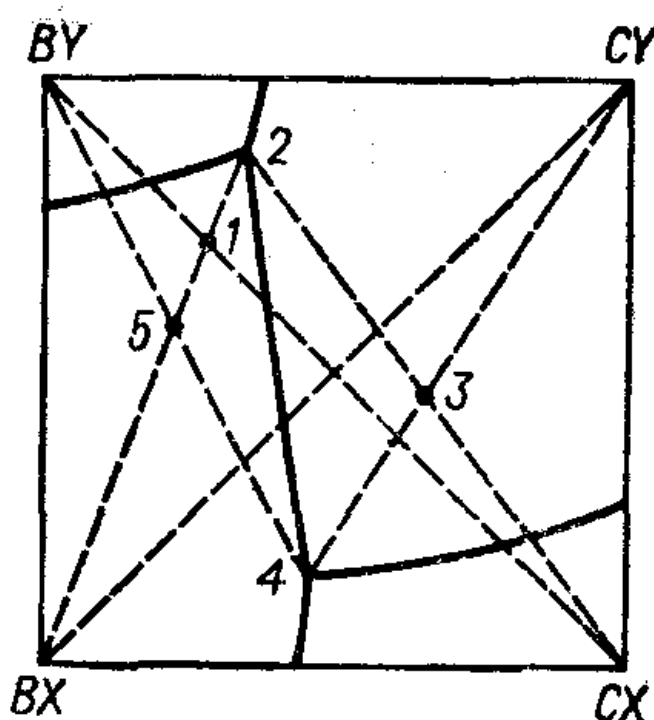


13.12-rasm. Kvadrat diagrammasi tuzlarining almashinib parchalanish jarayonini kvadrat diagrammasi.

Bu misolda kristalli ajratib olingan matochniy eritma ishlatilmay qolindi. Endi dastlabki moddalarni to'liq ishlatish bilan olib boriladigan siklik jarayonni qaraymiz.

Aytaylik, BY va CX tuzlarni 13.13-rasmda ifodalangan muayyan xaroratdagi diagrammaga mos keluvchi suvli eritmani almashinib parchalanishidan BX va CY tuzlarni olish kerak bo'lsin. Avvalo bir nuqtaga mos keluvchi BY va CX moddalarni nisbati tanlanadi: bu xolda 1-2 yo'l bo'yicha kristallab eng ko'p BX ni olish mumkin(bu nuqta BX tuzni kristallanish maydonida yotadi).

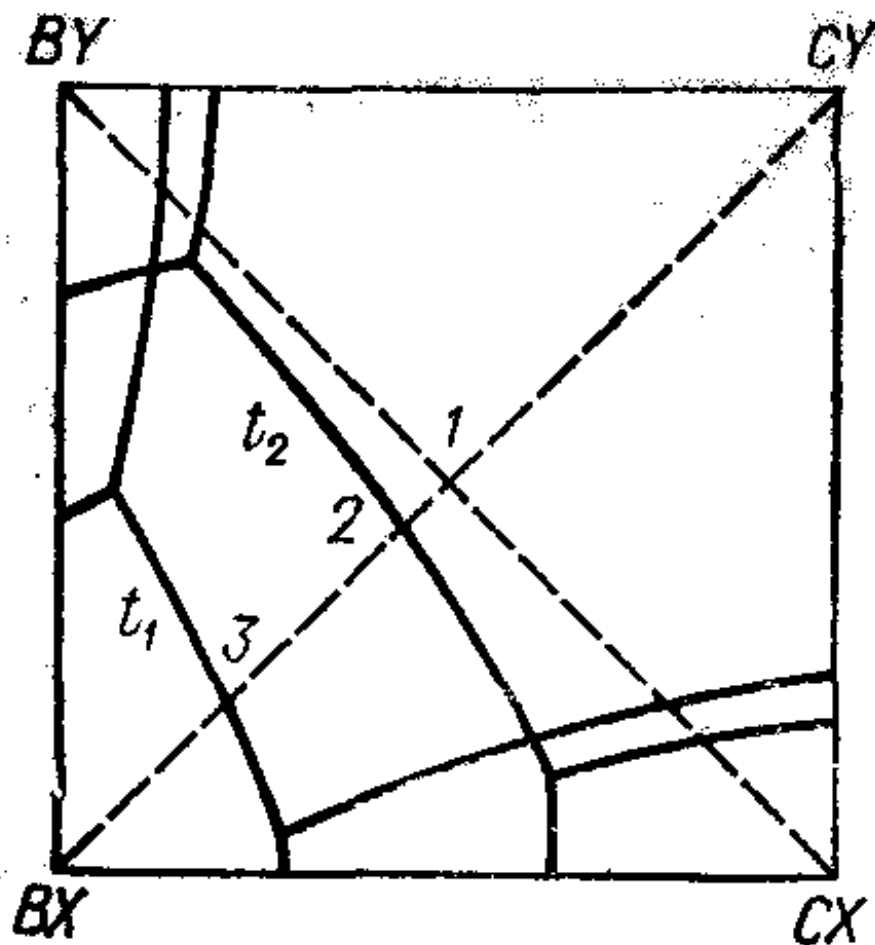
Buning uchun eritma tayorlaganda reaksiyaga kirishuvchi dastlabki tuzlarni stexiometrik nisbatda emas n nuqtaga mos keladigan BY- tuzni miqdorini ortiqroq olish kerak. Dastlabki tuzlarni nisbati richag qoidasiga asosan BX- n va CY- n kesimlarni nisbati orqali aniqlanadi. Chunki nE kesimni CX- n ga nisbati ma ni CX- m ga bo'lgan nisbatidan katta. Shuning uchun nE bo'yicha kristallanganda dastlabki moddalarni – BX va CY ni birlik massasiga to'g'ri keladigan CX ni hosil bo'lgan kristallari massasi jarayonni ma yo'l bo'yicha olib borilgandagidan katta bo'ladi.



13.13-rasm. Izotermik sharoitda tuzlar almashinib parchalanishining siklik jarayoni.

BX kristallarini ajratib olgandan sung 2 nuqtadagi tarkibli OHA eritmasi qoladi. Bu eritmadan SU eng kup miqdorda ajratishimiz kerak. Buning uchun OHA eritmaga CX tuzdan shunday miqdorda qo'shishimiz kerakki, eritma aralashmaning tarkibining 3 nuqta xolatiga to'g'ri kelsin. Shu holda 3-4 kristallanish yo'li bo'ylab eng kup miqdordagi BY ni ajratishimiz mumkin. Endi 4 nuqtaga mos tarkibli eritmaga shunday miqdorda BY qo'shish mumkinki, aralashma tarkibi BX tuzni eng ko'p ajralishiga mos keluvchi BX ni eng uzun kristallanish nurida yotuvchi 5 nuqtaga mos kelsin, BX ni ajratgandan so'ng sistema figurativ nuqtasi 5-2 qismda xarakatlanib yana 2 nuqtada bo'ladi va sikl 2-3-4-5 yo'l bilan qaytariladi. Siklda tuzlarni kristallanishiga ma'lum miqdordagi suvga dastlabki moddalardan birini kiritish yoki ortiqcha suvni bo'g'latish yo'li bilan erishiladi- siklni xar bir bosqichida sistemadagi suvni ma'lum miqdorini saqlash kerak.

Ba'zi bir hollarda sistemalarda m almashinib parchalanishni alohida tuzlarni kristallanishini turli haroratlarda olib borish afzal. Masalan, sistemadan t_1 dan yuqori haroratda suvni bo'g'latish evaziga yoki sistemani t_2 xaroratgacha sovitish evaziga kristallashni amalga oshirish mumkin. 13.14-rasmda t_1 va t_2 haroratlarda ikkita izoterma ifodalangan.



13.14-rasm. Sistema xarorati t_1 dan t_2 gacha o'zgartirish bilan boruvchi tuzlarni almashinuv parchalanishi.

$BY + CX = BX + CY$ reaksiyani amalga oshirish uchun BY va CX ni ekvimolyar massasini chegaralangan miqdordagi suv bilan ishlov berib SU ni ma'lum miqdorini kristallash mumkin, t_1 - haroratda CY ni kristallanishi 1-3 yo'l bilan boradi. So'ng CY kristallarni ajratgach OHA eritma t_2 – haroratgacha qizdiriladi va sistemadan ma'lum miqdorda BX ajratiladi; bu jarayon figurativ nuqtani 3-2 qismda harakatlanishi bilan ifodalanadi.

Bunda bo'g'latish evaziga sistemadagi suvni ma'lum miqdorini ta'minlash kerak. Solinadigan yoki bug'latiladigan suv miqdori sistemani suv diagrammasidan hisoblanadi. BX tuzni ajratgandan so'ng qolgan OHA eritma 2 (nuqtadagi) yangi BY va CX ni ekvimolyar aralashmasi qo'shiladi va sistemadan CY ni ajratish uchun yana t_1 - haroratgacha sovutiladi va h.k.

Tayanch soʻzlar va iboralar:

Iyeneke indeksi, maydonlar, barqaror diagonal, inversiya, kristallanish yoʻli, siklik jarayon, almashinib parchalanish, qoldiq eritma, stexiometrik.

Nazorat savollari:

1. Umumiy ionga ega boʻlmagan ikki tuz va suvli sistemalarda muvozanat nechta komponent oʻrtasida oʻrnatiladi?
2. Turli valentli ionlar ishtirok etgan sistemalar grafigini tuzishda molyar ogʻirliklaridan qanday foydalaniladi?
3. Turli komponentli sistemani eruvchanligini fazoviy diagrammasidan (EFD) qanday ifodalanadi.
4. Oʻzaro taʼsir etuvchi tuzli sistemani EFD ning uchi qirralari yon tomonlari va asoslari, qanday sistemalarni ifodalaydi?
5. Oʻzaro almashinuvchi sistemalarda nechta evtonik nuqta boʻladi?
6. Iyeneke kvadrat diagrammasini tavsifini ayting.
7. Kvadrat diagrammalar bilan suv tarkibini miqdorini aniqlab boʻladimi?
8. Suv diagrammasini qanday ifodalash mumkin?
9. Iyeneke indeksi nimani kursatadi?
10. Toʻrt komponentli sistemadagi maydonlar chegarasi oʻzgaradimi?
11. Diagonal qachon barqaror boʻladi?
12. Inversiya nuqtasi nima?
13. Toʻrtlik diagrammalardagi siklik jarayon qanday olib boriladi?
14. Toʻrtlik diagrammalardagi turli xolatdagi izotermalardan qanday foydalaniladi?
15. Amaliyotda diagrammadagi moddalar kristallanish maydonlari toʻliq saqlanadimi?
16. Birnecha xil kristallogidrat va qoʻshaloq tuz xosil qiluvchi sistemalarni, izotermik boʻgʻlatish jarayoni qanday ketadi?

II. AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI.

1-AMALIY MASHG'ULOT.

Eritma konsentratsiyasini ifodalash usullari va ularni bir-biriga o'tkazish.

Ikki komponentli sistemalar (ikkilik yoki binar sistemalar)ni o'rganishdan avval, butun sistema tarkibi va uning alohida fazalarini ifodalash usullari xakida to'xtalib o'tish joiz. Bir komponentli sistemalardan farqli, ikki komponentli sistemalarda o'zgaruvchan tarkibli fazalarga ro'baro' kelamiz.

Masalan: suv va tuzdan iborat sistemada bunday faza eritma hisoblanadi, chunki eritma, umuman olganda, o'zgaruvchan konsentratsiyaga ega. Uchuvchan suyuqliklar aralashmasida o'zgaruvchan tarkibli faza bo'lib, suyuq fazadan tashqari suyuqlik bug'laridan iborat gazsimon faza ham bo'ladi. Va nihoyat qattiq faza ham o'zgaruvchan tarkibli bo'lishi mumkin, agar u qattiq eritma bo'lsa.

Tarkib (konsentratsiya)ni ifodalashning turli usullari mavjud bo'lib, biz eng asosiylariga to'xtalamiz.

1. 100g eritmada erigan tuz grammlari soni (konsentratsiyaning og'irlik nisbatlarida - ogirlik foizlari).

2. 100 (1000) g erituvchida (suvda) erigan tuz grammlar miqdori: g/100g H₂O yoki g/1000g. H₂O.

3. 100 (1000) ml eritmada erigan tuz grammlari soni (konsentratsiyaning hajmiy - ogirlik nisbatida - hajmiy foizlari).

4. 100 (1000) mol eritmada (suvda) erigan tuz mollari soni: mol/100 mol H₂O yoki mol/1000 mol H₂O.

5. Atom foizi.

6. Ion foizi (ion-ekvivalentlar).

Eritma konsentratsiyasini belgilash ning bir usulidan boshqasiga qanday o'tish mumkinligini misollarda ko'rib chiqamiz.

1 misol (M) tarkibli eritma berilgan. Taxlilda 100g eritmadagi erigan tuz grammlari aniklangan (ogirlik foizlarida): 20% KCl; 80% H₂O. 20°C dagi eritma solishtirma ogirligi $r=1,1328$ g/ml.

M eritma konsentratsiyasini yukorida ko'rsatilgan usullarda ifodalash talab etiladi. Buni turli usullarda amalga oshirish mumkin.

1) 100g suvda erigan tuz grammlari soniga (C₂) o'tkazish.

100g eritmadagi jami tuz: 20g

100g suvga to'g'ri keladigan jami tuzlar:

$$100 \cdot 20 / 80 = 25\text{g}$$

bundan 100g suvi bo'lgan eritma ogirligi: $100 + 25 = 125\text{g}$

2) 1l eritmada erigan tuzni grammlarga o'tkazish.

M tarkibli 1l eritma ogirligi 1132,8 g. Proporsiyadan 100g bunday eritma qancha hajm egallashini aniqlaymiz:

1000ml	1132,8g
--------	---------

X	100g	bunda, $X = 100 \cdot 1000 / 1132,8 = 88,277$
---	------	---

88,277ml yoki 100g eritma: 20g KCl, 80g H₂O dan iborat.

Bundan 1000ml eritmada qancha gamm tuz borligini aniqlaymiz, buning uchun KCl va H₂O ga proporsiya tuzamiz.

20g KCl	88,277ml
---------	----------

X	1000ml	$X = 1000 \cdot 20 / 88,277 = 226,56\text{g/l}$
---	--------	---

80g H ₂ O	88,277ml
----------------------	----------

X	1000ml	$X = 1000 \cdot 80 / 88,277 = 906,24\text{g/l}$
---	--------	---

Jami: $226,56 + 906,24 = 1132,8\text{g/l}$

3) 1000 mol suvda erigan tuz mollariga o'tkazish.

KCl, NH_4Cl , H_2O molekulyar ogirliklari 74,5; 53,5; 18. 100 g. suvdagi grammlarda ifodalangan eritma tarkibi: KCl -18,7g, NH_4Cl - 68,3g ekanligi ma'lum bo'lsa eritma tarkibini 1000 mol suvda erigan tuz mollariga o'tkazing.

$$\text{KCl}=18,7/74,5=0,251 \text{ mol}$$

$$\text{NH}_4\text{Cl}=68,3/53,5=1,277 \text{ mol}$$

bu mollar soni 100 gramm yoki $100/18= 5,556$ mol suvga to'g'ri keladi, 1000mol suvda

$$\text{KCl}=1000*0,251/5,556=45,2 \text{ mol}$$

$$\text{NH}_4\text{Cl}=1000*1,277/5,556=229,8 \text{ mol}$$

Endi Van-Goffni belgilashiga muvofiq M eritma tarkibi mollarda ifodalanishi mumkin.

$$M=n[45,2 \text{ KCl} + 229,8 \text{ NH}_4\text{Cl} + 1000 \text{ H}_2\text{O}]$$

100g suvdagi tuz grammlarini 1000mol suvda erigan tuz mollariga o'tkazish formulasi quyidagicha:

$$C_4=180/M*C_2$$

Bu erda C_4 – 1000 mol suvdagi tuz mollari;

C_2 – 100g erituvchidagi tuz g soni;

M – tuz molekulasini massasi;

180 – 10 mol suv massasi.

4) Molyar foizga o'tkazish.

Bunday o'tkazishda jami 100% ga suv kirmaydi, uning miqdori alohida mollarda ifodalanadi. 100% deb eritmadan qoladigan jami quruq tuzlar qabul qilinadi. M eritma tarkibi mollarda quyidagicha: KCl=0,251 mol; NH_4Cl =1,277 mol; H_2O =5,556 mol.

Xar bir tuzni molyar foizini aniqlaymiz, ya'ni 100 mol quruq tuzga to'g'ri keladigan tuz mollar miqdori.

Tuzlar jami mollari: $0,251+1,277=1,528$ mol (quruq koldik) 100 mol quruq qoldiqqa to'g'ri keladigan KCl:

$$\begin{array}{cc} 0,251 \text{ KCl} & 1,528 \text{ mol} \end{array}$$

$$\begin{array}{cc} X & 100 \text{ mol} \end{array}$$

$$X=0,251*100/1,528$$

$$X=16,43\% \text{ (molyar)}$$

$$\begin{array}{rcl} 1,277 \text{ NH}_4\text{Cl} & & 1,528 \text{ mol} \\ X & & 100 \text{ mol} \\ X=1,277 \cdot 100 / 1,528 & & \\ X=83,57\% \text{ (molyar)} & & \end{array}$$

Kuruq qoldiqdagi 1 mol tuzga to'g'ri keladigan suv mollari miqdorini m orqali belgilaymiz va proporsiyadan aniqlaymiz:

$$\begin{array}{rcl} 5,556 \text{ H}_2\text{O} & & 1,528 \\ m & & 1 \\ m=5,55 \cdot 1 / 1,52 & & \\ m=3,64 \text{ mol} & & \end{array}$$

yoki quruq qoldiqdagi 100 mol tuzga 364 mol suv.

M eritmani molyar foizda ifodalangan tarkibi:

16,43% KCl; 83,57% NH₄Cl.

5) Atom foizga (ogirlikka) utkazish.

100 g M eritma: 10g KCl; 36,5g NH₄Cl; 53,5g H₂O dan iborat. Eritma tarkibini 100g eritmadagi tuzni g-mollarda ifodalaymiz.

$$\text{KCl} = 10 / 74,5 = 0,134 \text{ g-mol}$$

$$\text{NH}_4\text{Cl} = 36,5 / 53,5 = 0,682 \text{ g-mol}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 53,5 / 18 = 2,97 \text{ g-mol}$$

Eritmaning ionlarda ifodalangan tarkibi:

K⁺ 0,134; NH₄⁺ 0,682; Cl⁻ 0,134+0,685=0,816; yoki atom ogirligiga ko'paytirib, 100g eritmadagi gramm-ionlarda: K⁺ 0,134*39=5,23 g-ion; NH₄⁺ 0,682*18=12,3 g-ion; Cl⁻ 0,816*35,5=29 g-ion.

Unda M eritma tarkibi atom foizlarda quyidagicha ifodalanadi:

5,23%K; 12,30% NH₄; 29,0% Cl⁻. Bu belgilashlar analitik kimyo amaliyotida ishlatiladi.

6) Ion-ekvivalentlarga o'tkazish (ion foiz).

Konsentratsiyani belgilashning bu usuli boshqa usullarga qaraganda qator afzalliklarga ega. Bu holda suv jami 100% tarkibga kirmaydi, **quruq qoldiqdagi** 1 mol yoki 100 mol (gramm-ekvivalentlarda) tuz mollarda alohida ifodalanadi. Xisobda anion va kationlarning jami yigindisi alohida-alohida 100(yoki bir)ga teng bo'lishi kerak. Ya'ni:

$$\begin{array}{l} M_1 + M_2 = 1 \text{ (100) (M-kationlar),} \\ A_1 + A_2 = 1 \text{ (100) (A-anionlar).} \end{array}$$

Bizning misolimizda quyidagi yigindilarni kabul kilamiz:

$$K^+ + NH_4^+ = 1,0;$$

$$Cl^- = 1,0.$$

Bu sonlarni quyidagicha olishimiz mumkin. M eritma tarkibi atom foizlarda ma'lum: 5,23% K^+ ; 12,3% NH_4^+ ; 29,0% Cl^- ; 2,97 mol H_2O . Bu foizlarning atom ogirligi va ekvivalentligiga bo'lamiz (misolimizda ekvivalentlik birga teng):

$$K^+ = 5,23/39 \cdot 1 = 0,134 \text{ ion-ekv.}$$

$$NH_4^+ = 12,3/18 \cdot 1 = 0,682 \text{ ion-ekv.}$$

$$Cl^- = 29/35,5 \cdot 1 = 0,816 \text{ ion-ekv.}$$

Kationlar yig'indisi shartiga binoan ($K^+ + NH_4^+$) bir (yoki 100)ga tepg bo'lish kerak.

Ushbu holatda kationlar yigindisi $0,314 + 0,685 = 0,816$ teng va birga keltirilgan bulishi shart, ya'ni:

$$K^+ = 1 \cdot 0,134 / 0,816 = 0,1643$$

$$NH_4^+ = 0,682 \cdot 1 / 0,816 = 0,8357$$

Natijada, K^+ ionlari miqdori 0,1643 ion-ekv ifodalansa, NH_4^+ ion-ekvivalentini 1,0 dan ayirib topiladi, ya'ni 0,8357 teng; xlor ioni uchun 0,816 ion-ekvni isobsiz 1,0 (100) deb qabul qilinishi mumkin.

Quruq qoldiqdagi 1 mol tuzga to'g'ri keladigan suv quyidagicha aniqlanadi.

Eritma tarkibida 0,134 mol KCl ; 0,682 mol NH_4Cl bor.

Jami $0,134 + 0,682 = 0,816$ mol.

Suv uchun proporsiya tuzamiz:

$$\begin{array}{cc} 2,97 & 0,816 \\ X & 1 \end{array}$$

$$X = 1 \cdot 2,97 / 0,816$$

$$X = 3,64 \text{ mol}$$

M eritma tarkibi ion-ekvivalentlar bo'yicha quyidagicha bo'ladi: 0,1643 K^+ ; 0,8357 NH_4^+ ; 1,0 Cl^- ; 3,64 H_2O quruq qoldiqdagi 1 mol tuzga. Bu eritma tarkibini yig'indisini 100 mol tuzlarda ifodalash mumkin. Tarkibi 1000 mol suvdagi mol tuzlarda ifodalangan M eritma ma'lum:

$$45,2 \text{ KCl} + 229,8 \text{ NH}_4\text{Cl} + 1000 \text{ H}_2\text{O}$$

Tuzlarning mollar yigindisi KCl va NH_4Cl : $45,2 + 229,8 = 275$.

Tarkibidagi tuzlarning yig'indisini 100ga hisobpaympz:

$$KCl = 45,2 \cdot 100 / 275 = 16,43 \text{ (molyar)}$$

$$\text{NH}_4\text{Cl}=229,8 \cdot 100 / 275 = 83,57 \text{ (molyar)}$$

Quruq qoldiqdagi 100 mol tuzga to'g'ri keladigan suv:

$$100 \cdot 1000 / 275 = 364 \text{ mol}$$

Shunday qilib, M eritma tarkibini molyar foizlarda (%) ifodalaymiz:

$$16,43\% \text{ KCl}; 83,57\% \text{ NH}_4\text{Cl}; 364 \text{ mol H}_2\text{O}.$$

1.1-masala. 23% li KCl (45% li NaNO₃, 49%li NaNO₂) eritmasi 100°C dan 0°C gacha sovitilganda qattiq fazaga nima ajralib chiqishini hamda eritma tarkibini aniqlang. Olingan eritma tarkibini tarkib (konsentratsiya)ni ifodalash usullari yordamida ifodalang.

1.2-masala. 23% -li KCl (45% li NaNO₃, 49%li NaNO₂) eritmasi 100°C da to'yinguncha bug'latildi. Hosil bolgan eritmalarining eftetik nuqtalari va eritma konsentratsiyalarini toping. Olingan eritma tarkibini tarkib (konsentratsiya)ni ifodalash usullari yordamida ifodalang.

Quyidagi sistemalarning eruvchanlik diagrammasini chizing. Ushbu sistemalardagi tuzlarning eritmasini berilgan variantlar asosidagi t₁ dan t₂ gacha sovitilganda qattiq fazaga nima ajralib chiqishini hamda eritma tarkibini aniqlang. Olingan eritma tarkibini tarkib (konsentratsiya)ni ifodalash usullari yordamida ifodalang.

Variant	sistema	m, t	konsentratsiya	t ₁ , °C	t ₂ , °C
1	KCl–H ₂ O	30	27	80	-5
2	KCl–H ₂ O	80	31	100	0
3	NaNO ₂ – H ₂ O	50	34	90	-5
4	NaNO ₂ - H ₂ O	70	36	95	-10
5	NaNO ₃ - H ₂ O	60	49	100	0
6	NaNO ₃ - H ₂ O	140	59	100	12

2-AMALIY MASHG'ULOT.

Eritmalarni suyultirish va aralashtirish.

Amaliyotda eritmalarni suv(erntuvchi) bilan suyultirish, yoki ikki xil konsentratsiyali eritmalarni aralashtirishga to'g'ri keladi.

Eritmalarni suyultirish yoki aralashtirishning quyidagi grafik usuli ma'lum.

Masalan a%-li KNO_3 eritmasi berilgan; undan b%-li eritma tayyorlash kerak. Suyultirish c%-li KNO_3 eritmasi yordamida olib boriladi. A kg a%-li eritmani b%-gacha suyultirish uchun c%-li eritmadan qancha (x kg) olish kerak?

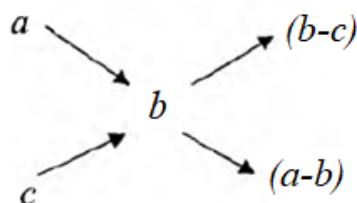
Boshlang'ich eritmada $A \cdot a/100 = \text{KNO}_3$, kg bor; suyultirish uchun olingan eritmada $x \cdot c/100 = \text{KNO}_3$ kg bor. Aralashmada jami KNO_3

$$\frac{A \cdot a}{100} + \frac{x \cdot c}{100} = \frac{Aa + xc}{100} \text{ kg bo'ladi.}$$

Aralashmaning og'irligi (A+x) kg bo'ladi. U holda izlanayotgan b%-li eritma tarkibi quyidagicha ifodalanadi:

$$b = \frac{(Aa + xc) \cdot 100}{100 \cdot (A + x)} \text{ bu yerda: } x = \frac{A(a - b)}{b - c} \text{ yoki } \frac{x}{A} = \frac{a - b}{b - c}$$

Bu xisobni “krest qoidasi” deb nomlanadigan grafik usuli yordamida amalga oshirish mumkin. Krest olish uchun o'zaro perpendikulyar bolgan to'g'ri chiziqlar o'tkazamiz:



To'g'ri chiziqlarni kesishish nuqtasida eritma tayyorlanishi kerak bo'lgan og'irlik foizda ifodalangan miqdori b yoziladi. Aralashtiriladigan ikki eritmani og'irlik foizda ifodalangan konsentratsiyasi chap tarafida yoziladi (a va s).

Krestdagi belgilar:

b - aralashmani tayyorlash kerak bo'lgan konsentratsiyasi;

a - nisbatan yuqori konsentratsiyali eritma konsentratsiyasi;

c va x - nisbatan past konsentratsiyali eritma (c) konsentratsiyasi va (x) og'irlik miqdori.

Krest diagonallari bo'yicha hisoblab, aralashtirish uchun zarur bo'lgan eritma miqdori topiladi.

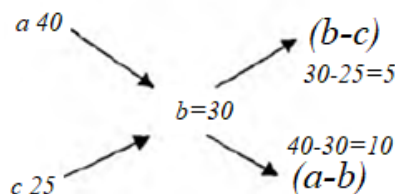
a qiymatdan v qiymatni ayirib s%-li eritmadan olinadigan miqdori aniqlanadi.

$a-b/b-s$ nnsbat birlik suyultiriladigai eritma miqdoriga to'g'ri keladigan suyuq eritma miqdorini ko'rsatadi.

Suv bilan suyultirishda s miqdor nolga teng. Og'irlik miqdoridan hajmiyga o'tish uchun eritmalarning solishtirma zichligi- r ni bilish kerak. Ya'pn, A va x o'rniga Ar va xr qiymatlarni ishlatish kerak.

2.1-misol. Birini koptseptratsiyasi a 40%, ikkinchisiniki c 25% (og'irlik foiz) da bo'lgan ammoniy nitratning ikkita eritmasi bor. Kontsentratsiyasi b 30% bo'lgan eritma tayyorlash kerak.

Krest chiziqlarini kesishishiga tayyorlash kerak bo'lgan eritma kontsentratsiyasi yoziladi ($b=30\%$).



Chapga arashtiriladigan ikkala eritma kontsentratsiyasi yoziladi (a 40% va c 25%), o'ngga diagonalda joylashgan sonlarni ayirish yo'li bilan $b\%$ -li eritma tayyorlash uchun zarur bo'lgan a va s eritmalarnipg og'irlik miqdorlarini olamiz.

Shunday qilib, 30%-li ammoniy nitrat eritmasini tayyorlash uchun 40%-li eritmadan $30-25\ 5\text{ kg}$, 25%-li eritmadan esa $40-30=10\text{ kg}$ olib aralashtirish kerak. Shunda 15kg 30%-li eritma hosil bo'ladi.

3-AMALIY MASHG'ULOT.

Ikki komponentli sistemalar uchun birlashtiruvchi to'g'ri chiziq va richag qoidalarini qo'llash. Fazoviy diagrammalar tuzish va ular asosida grafik xisoblar.

Tarkib xossa diagrammasi – nuqta, chiziq va yuzalar majmuasidan iborat. Bu geometrik shakllari chizish qonuniyatlariga to'liq amal qiladi.

Fizik-kimyoviy diagrammalar asosida turli jarayonlardagi miqdoriy xisoblarni grafik usulda olib borish mumkin. Buning uchun avvalambor berilgan masalani

bajarishdan oldin uning fazoviy diagrammasini chizib olish kerak. Fazoviy diagrammalar moddalarning turli temperaturalardagi eruvchanligi asosidagi ma'lumotlar yordamida chiziladi. Har bir moddaning eruvchanligi va uning temperaturaga bog'liqligi xaqidagi ma'lumotlarni turli adabiyotlar hamda internet tizimidan olishingiz mumkin.

Masala 3.1. 8% li KCl ($\text{NaNO}_3\text{-H}_2\text{O}$, $\text{NaNO}_2\text{-H}_2\text{O}$) eritmasi 30°C dan evtektik xaroratgacha sovutilganda birinchi bo'lib qattiq fazaga nima ajralib ajralib chiqishini hamda eritma tarkibini aniqlang.

Xisobni bajarish uchun $\text{KCl-H}_2\text{O}$, $\text{NaNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ va $\text{NaNO}_2\text{-H}_2\text{O}$ sistemalarining fazoviy diagrammasini berilgan 3.1-, 3.2-, 3.3- jadvallar asosida chizib olinadi (3.1-, 3.2-, 3.3-rasmlarga qarang).

3.1-jadval

KCl- H_2O sistema eruvchanligi haqidagi ma'lumotlar.

T/r	Temperatura, $^\circ\text{C}$	Eritma konsentratsiyasi	
		100 gr suvda eriy oladigan KCl miqdori, gramda	100 gr eritmada erigan KCl miqdori, % da
1	0	0	0
2	-5	11,12	10,00
3	-8	22,70	18,50
4	0	28,00	21,86
5	10	31,20	23,78
6	20	34,40	25,60
7	25	35,85	26,39
8	30	37,40	27,22
9	40	40,30	28,72
10	50	43,16	30,15
11	60	45,80	31,41
12	70	48,22	32,53
13	75	49,70	33,20
14	80	51,10	33,82
15	100	56,00	35,90
16	150	68,00	40,48
17	200	81,50	44,90

3.2-jadval

NaNO₃-H₂O sistema eruvchanligi haqidagi ma'lumotlar.

T/r	Temperatura, °C	Eritma konsentratsiyasi	
		100 gr suvda eriy oladigan NaNO ₃ miqdori, gramda	100 gr eritmada erigan NaNO ₃ miqdori, % da
1	0	0	0
2	-10	29,87	23,00
3	-17,4	61,81	38,20
4	0	72,70	42,10
5	10	79,90	44,41
6	20	87,60	46,70
7	25	91,60	47,81
8	30	96,10	49,00
9	40	104,90	51,20
10	50	114,10	53,30
11	60	124,70	55,50
12	80	149,00	59,84
13	100	176,00	63,77

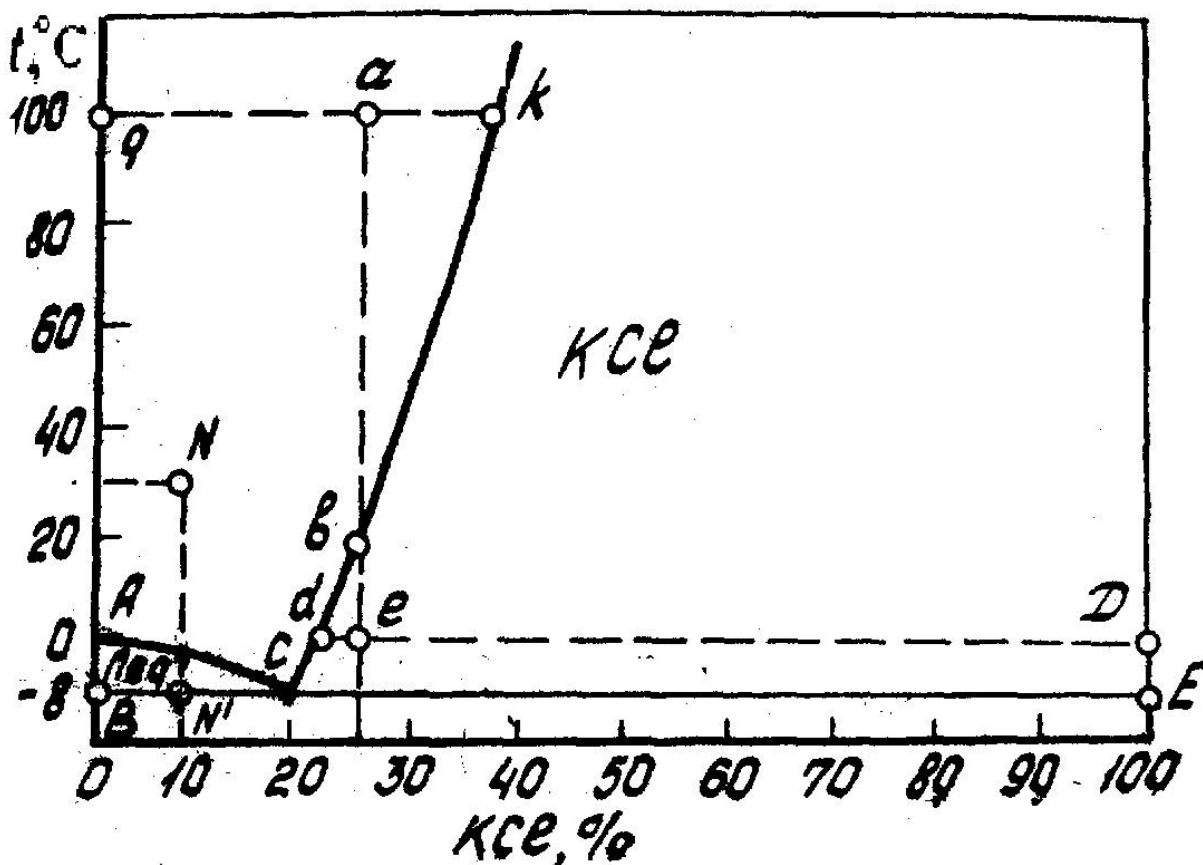
3.3-jadval

NaNO₂-H₂O sistema eruvchanligi haqidagi ma'lumotlar.

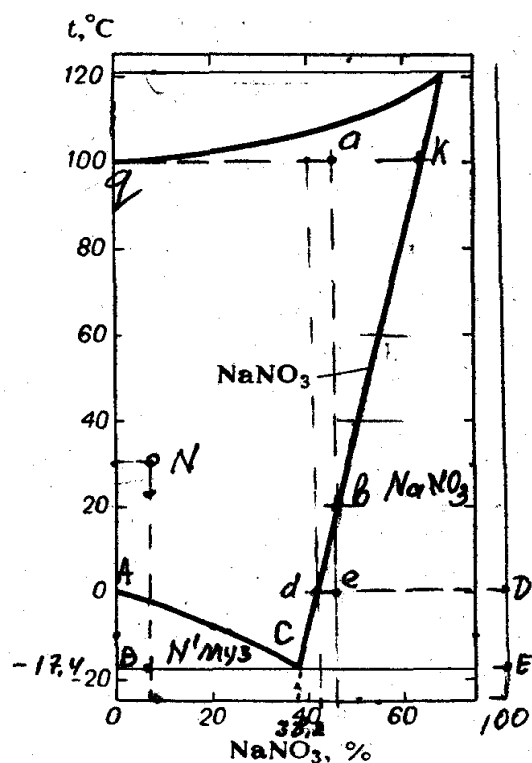
T/r	Temperatura, °C	Eritma konsentratsiyasi	
		100 gr suvda eriy oladigan NaNO ₂ miqdori, gramda	100 gr eritmada erigan NaNO ₂ miqdori, % da
1	0	0	0
2	-5	11,12	10,00
3	-10	23,11	18,77
4	-20	35,76	26,34
5	-10	47,34	32,13
6	-5	59,31	37,23
7	0	71,40	41,66
8	20	82,90	45,33
9	40	95,70	48,90
10	60	112,30	52,90
11	80	135,50	57,54
12	100	160,00	61,53

Buning uchun bizga milimetrovka qog'oz kerak bo'ladi. Milimetrovka qog'ozga x va y o'qlarini chizib x o'qiga konsentratsiyani y o'qiga temperaturani qo'yamiz so'ngra

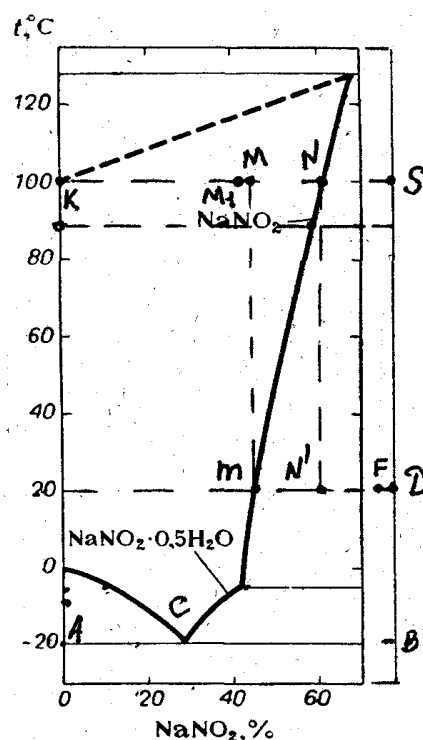
jadvalda keltirilgan ma'lumotlar asosida berilgan sistemalarning politermasini chiziladi. Chizib olingan fazoviy diagrammalarga eritma figurativ nuqtalarni (N) kiritamiz. Eritmalarni evtektik xaroratgacha ya'ni $\text{KCl-H}_2\text{O}$ -8°C , $\text{NaNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ $-17,40^\circ\text{C}$ va $\text{NaNO}_2\text{-H}_2\text{O}$ -20°C sovitsak sistema figurativ nuqtasi N dan N^1 nuqtaga siljiydi. Birlashtiruvchi to'g'ri chiziqli qoidasiga asosan suyuq faza tarkibi C figurativ nuqtaga, qattiq faza (muz) tarkibi B figurativ nuqtaga to'g'ri keladi. NN^1 sovutish nuri muzni kristallanish egri chizig'ini kesib o'tganligi uchun qattiq fazaga faqat muz tushadi. KCl , NaNO_2 , NaNO_3 lar esa eritmada qoladi. Diagramma asosida evtektik nuqtaga to'g'ri keladigan C eritma tarkibini aniqlaymiz: 18,5% KCl va 81,5% H_2O , 38,2% NaNO_3 va 61,8% H_2O va 26,34% NaNO_2 va 73,66 % H_2O .



3.1-rasm. $\text{KCl-H}_2\text{O}$ sistema politermasi.



3.2-rasm. $\text{NaNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ sistema
politermasi.



3.3-rasm. $\text{NaNO}_2\text{-H}_2\text{O}$
sistema politermasi.

Talabalar mustaqil bajarishi uchun topshiriqlar.

Masala 3.2. 25% li KCl (46% li NaNO_3 , 50%li NaNO_2) eritmasi 100°C dan 0°C gacha sovutilganda qattiq fazaga nima ajralib chiqishini hamda eritma tarkibini aniqlang.

Masala 3.3. 25% -li KCl (46% li NaNO_3 , 50%li NaNO_2) eritmasi 100°C da to'yinguncha bug'latildi. Hosil bolgan eritmalarning eftetik nuqtalari va eritma konsentrasiyalarini toping.

Quyidagi sistemalarning eruvchanlik diagrammasini chizing. Ushbu sistemalardagi tuzlarning eritmasini berilgan variantlar asosidagi t_1 dan t_2 gacha sovutilganda qattiq fazaga nima ajralib chiqishini hamda eritma tarkibini aniqlang.

Variant	sistema	m, t	konsentratsiya	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$
1	KCl-H ₂ O	30	28	80	-5
2	KCl-H ₂ O	80	30	100	0
3	NaNO_2 - H ₂ O	50	33	90	-5
4	NaNO_2 - H ₂ O	70	37	95	-10
5	NaNO_3 - H ₂ O	60	50	100	0
6	NaNO_3 - H ₂ O	140	60	100	12

4-AMALIY MASHG'ULOT.

Ikki komponentli sistemalar asosida bug'latilgan suv miqdorini topish (Richag qoidasi asosida).

Fizik-kimyoviy diagrammalar asosida turli jarayonlardagi miqdoriy xisoblarni grafik usulda olib borish ikkita muxim xossaga asoslangan: birlashtiruvchi to'g'ri chiziq va richag qoidalari.

Birlashtiruvchi to'g'ri chiziq qoidasiga binoan- sistema figurativ nuqtasi va ushbu sistemani xosil qiluvchi xoxlagan ikki tarkibiy qismlarni figurativ nuqtalari bitta to'g'ri chiziqda yotadi.

Richag qoidasi sistema tarkibiy qismlari o'rtasidagi miqdoriy nisbatni aniqlaydi: sistemani xosil qiluvchi ikki tarkibiy qism miqdori nisbatlari sistema figurativ nuqtasi bilan tarkibiy qismlar figurativ nuqtalari o'rtasidagi kesimlar uzunliklari nisbatiga teskari proportsional.

Masalan, agarda A sistema bu sistemani xosil qiluvchi B va C tarkibiy qismlardan iborat bo'lsa, u xolda richag qoidasiga binoan kuyidagi bog'liqlikni yoza olamiz: $\frac{B}{C} = \frac{A}{AB}$

$$\frac{B \text{ miqdori}}{C \text{ miqdori}} = \frac{AC \text{ kesim}}{AB \text{ kesim}}$$

Masala 4.1. 15 t 8% li KCl ($\text{NaNO}_3\text{-H}_2\text{O}$, $\text{NaNO}_2\text{-H}_2\text{O}$) eritmasi 30°C dan evtektik xaroratgacha sovutilganda qancha muz ajralib chiqishini Richag qoidasi asosida aniqlang.

Xisobni bajarish uchun $\text{KCl-H}_2\text{O}$, $\text{NaNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ va $\text{NaNO}_2\text{-H}_2\text{O}$ sistemalarining fazoviy diagrammasini berilgan 3.1-, 3.2-, 3.3- jadvallar asosida chizib olinadi (3.1-, 3.2-, 3.3-rasmlarga qarang).

Buning uchun bizga milimetrovka qog'oz kerak bo'ladi. Chizib olingan fazoviy diagrammalarga eritma figurativ nuqtalarni (N) kiritamiz. Eritmalarni evtektik xaroratgacha ya'ni $\text{KCl-H}_2\text{O}$ -8°C , $\text{NaNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ $-17,40^\circ\text{C}$ va $\text{NaNO}_2\text{-H}_2\text{O}$ -20°C sovitsak sistema figurativ nuqtasi N dan N^1 nuqtaga siljiydi. Birlashtiruvchi to'g'ri chiziq qoidasiga asosan suyuq faza tarkibi C figurativ nuqtaga, qattiq faza (muz) tarkibi B figurativ nuqtaga to'g'ri keladi. NN^1 sovutish nuri muzni kristallanish egri chizig'ini kesib o'tganligi uchun

qattiq fazaga faqat muz tushadi. KCl , $NaNO_2$, $NaNO_3$ lar esa eritmada qoladi. Diagramma asosida evtektik nuqtaga to'g'ri keladigan C eritma tarkibini aniqlaymiz: 18,5% KCl va 81,5% H_2O , 38,2% $NaNO_3$ va 61,8% H_2O va 26,34% $NaNO_2$ va 73,66 % H_2O .

Richag qoidasiga asosan ($KCl-H_2O$ diagrammasi uchun)

$$B \text{ (muz) qattiq faza miqdori} = \frac{NC}{NB} = \frac{18,5 - 8}{8 - 0} = 1,3125$$

$$C \text{ suyuq faza miqdori} \quad NB \quad 8 - 0$$

Qattiq faza miqdori – y bilan suyuq faza miqdori esa – 15-y bilan belgilasak u xolda:

$$\begin{aligned} y / 15-y &= 1,3125 \\ y &= 19,6875 - 1,3125y \\ 2,3125y &= 19,6875 \\ y &= 19,6875 / 2,3125 \\ y &= 8,5135 \end{aligned}$$

Bu tenglamani yechib muz miqdori $y = 8,5135t$ ekanligini topamiz.

Richag qoidasiga asosan ($NaNO_3-H_2O$ diagrammasi uchun)

$$B \text{ (muz) qattiq faza miqdori} = \frac{NC}{NB} = \frac{38,20 - 8}{8 - 0} = 3,775$$

$$C \text{ suyuq faza miqdori} \quad NB \quad 8 - 0$$

Qattiq faza miqdori – y bilan suyuq faza miqdori esa – 15-y bilan belgilasak u xolda:

$$\begin{aligned} y / 15-y &= 3,775 \\ y &= 56,625 - 3,775y \\ 4,775y &= 56,625 \\ y &= 56,625 / 4,775 \\ y &= 11,8586 \end{aligned}$$

Bu tenglamani yechib muz miqdori $y = 11,8586t$ ekanligini topamiz.

Richag qoidasiga asosan ($NaNO_2-H_2O$ diagrammasi uchun)

$$B \text{ (muz) qattiq faza miqdori} = \frac{NC}{NB} = \frac{26,34 - 8}{8 - 0} = 2,2925$$

$$C \text{ suyuq faza miqdori} \quad NB \quad 8 - 0$$

Qattiq faza miqdori – y bilan suyuq faza miqdori esa – 15-y bilan belgilasak u xolda:

$$\begin{aligned} y / 15-y &= 2,2925 \\ y &= 34,3875 - 2,2925y \\ 3,2925y &= 34,3875 \\ y &= 34,3875 / 3,2925 \end{aligned}$$

$$y=10,4442$$

Bu tenglamani yechib muz miqdori $y = 10,4442t$ ekanligini topamiz.

Talabalar mustaqil bajarishi uchun topshiriqlar.

Masala 4.2. 15t 25% -li KCl (46% li NaNO₃, 50%li NaNO₂) eritmasi 100°C dan 0°C gacha sovitilganda, qattiq fazaga ajralgan tuz miqdorini Richag qoidasi asosida aniqlang.

Masala 4.3. 15t 25% -li KCl (46% li NaNO₃, 50%li NaNO₂) eritmasi 100°C da to'yinguncha bug'latildi. Bug'latilgan suv miqdorini Richag qoidasi asosida toping.

Quyidagi sistemalarning eruvchanlik diagrammasini chizing. Ushbu sistemalardagi tuzlarning eritmasini berilgan variantlar asosidagi t_1 dan t_2 gacha sovitilganda ajralib chiqqan qattiq faza miqdorini Richag qoidasi asosida xisoblang.

Variant	sistema	m, t	kontsentratsiya	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$
1	KCl–H ₂ O	30	28	80	-5
2	KCl–H ₂ O	80	30	100	0
3	NaNO ₂ – H ₂ O	50	33	90	-5
4	NaNO ₂ - H ₂ O	70	37	95	-10
5	NaNO ₃ - H ₂ O	60	50	100	0
6	NaNO ₃ - H ₂ O	140	60	100	12

5-AMALIY MASHG'ULOT.

Kristallogidrat hosil qiluvchi (NaBr-H₂O) tuzlarning eruvchanlik egri chiziqlari asosida grafik hisoblar (Vant-Goff usulida).

Agarda sistema xolati o'zgarganda suyuq fazada o'zgarmas komponent bo'lmasa, u xolda xolat diagrammasi asosida miqdoriy xisob olib borishning ko'p qirrali ya'ni jarayonning moddiy balans tenglamasini tuzishga asoslangan usuli qo'llaniladi.

Moddiy balans tenglamasini tuzishda, uning chap tarafiga sistemani boshlang'ich xolatidagi tarkibiy qismlari miqdori, o'ng tarafga esa jarayon tugagandan so'ng xosil bo'lgan tarkibiy qismlar miqdori yoziladi. So'ng xar bir kimyoviy birikma yoki ion uchun xos moddiy balans tuziladi va nomalum kattaliklar topiladi.

Moddiy balans komponentlarni kontsentratsiyasini ifodalash usuliga qarab mol birligida (Vantt-Goff usuli) yoki og'irlik birligida ifodalanishi mumkin.

Vant-Goff usulida xisob olib borishda sistema suyuq fazasini boshlang'ich va oxirgi tarkibi, tuz mol sonlarini 1000mol suvga nisbati orqali ifodalaniladi (bu mol birlik MB (ME) deb ataladi).

Bir mol birlik - 40 mol NaCl va 1000 mol H₂O dan iborat bir mol birlik eritma tarkibi quyidagicha ifodalaniladi:

40NaCl + 1000 H₂O Buning og'irligi esa $40 \cdot 58,44 + 1000 \cdot 18 = 2337,6 + 18000 = 20337,6 \text{ gr} = 20,337 \text{ kg}$.

Bu yerda 58,44 va 18 – NaCl va H₂O ning molekulyar og'irliklari.

Vant-Goff usuli, sistema tarkibi va uni tarkibiy qismlaridagi tuzlar mol sonini 1000 mol suvga nisbatida ifodalangan xolda qo'llaniladi. Ammo bu usulni qo'llash sistema tarkibi og'irlik massasida ifodalangan ba'zi bir xollarda, maqsadga muvofiq bo'lishi mumkin. Buni muxim tomoni, murakkab tarkibli qattiq faza kristallanishi kuzatiladigan jarayondagi xisobga tegishli ekanligidadir.

Amaliy qo'llanish nazariyasini topish uchun molyar birlikdan og'irlik birligiga va aksincha og'irlik birligidan molyar birlikka o'tish bo'yicha og'irlik foizlarida berilgan xolat diagrammalar asosida birnecha misolni yechimi ko'rib chiqishimiz mumkin.

5.1-masala. 2000kg 35%-li NaBr eritmasi vakuum ostida 70°C da to'yingan eritma olinguncha bug'latiladi. Bug'latilgan suv miqdorini toping.

Xisobni bajarish uchun NaBr-H₂O sistemasining fazaviy diagrammasini berilgan 5.1- jadval asosida chizib olinadi (5.1-rasmga qarang).

NaBr-H₂O ning fazaviy diagrammasiga boshlang'ich M va oxirgi N eritma tarkibi figurativ nuqtasi kiritiladi (5.1-rasim) va ularning tarkibi aniqlanadi.

M eritma 35,0% NaBr va 65,0% H₂O

N eritma 55,0% NaBr va 45,0% N₂O

Eritma tarkibini ME da ifodalaymiz:

100 kg M eritmada:

$35 : 102,92 = 0,3401 \text{ kmol NaBr}$

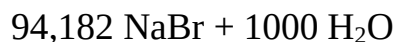
65 : 18 = 3,6111 kmol H₂O bo'ladi.

Bu yerda – 102,92 va 18 mos xolda NaBr va H₂O ning molekulyar og'irligi.

Bu eritmadagi NaBr ning 1000 mol suvga to'g'ri krladigan mol miqdori:

$$\begin{aligned}0,3401:3,6111 &= X:1000 \\ X &= (0,3401 \cdot 1000) / 3,6111 \\ X &= 94,182 \text{ mol NaBr}\end{aligned}$$

Shunday qilib M eritmani molyar birligidagi tarkibi:



100 kg N eritmada:

55 : 102,92 = 0,5344 kmol NaBr

45 : 18 = 2,50 kmol H₂O bo'ladi.

Bu eritmadagi NaBr ning 1000 mol suvga to'g'ri keladigan mol miqdori:

$$\begin{aligned}0,5344:2,50 &= X:1000 \\ X &= (0,5344 \cdot 1000) / 2,50 \\ X &= 213,760 \text{ mol NaBr}\end{aligned}$$

Shunday qilib N eritmani molyar birligidagi tarkibi:

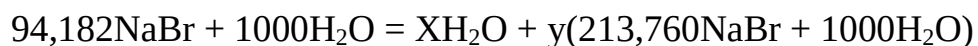


Jarayonni M eritmadagi molyar birlikda (1MB) ifodalangan moddiy balansini umumiy tenglamasini tuzamiz:



Bu yerda X – bug'langan suv miqdori, mol; y- bug'latishdan so'ng xosil bo'lgan molyar birlikdagi N tarkibli eritmaning miqdori.

Bu tenglamaga, boshlang'ich va oxirgi eritmalarni tarkibini qo'yib, M eritmani izotermik bug'latish jarayonini kengaytirilgan moddiy balansini yozamiz:



Nomalum X va y miqdorlarini aniqlash uchun xar bir komponentlarga tegishli moddiy balanslarni tuzamiz. Buning uchun tenglik belgisining o'ng va chap tomonlariga muayyan komponentga tegishli doimiylar son qiymatlarini yozamiz:



$$y = 94,182 / 213,760 \quad y = 0,4406$$



$$1000 = X + 1000 \cdot 0,4406$$

$$X = 1000 - 440,60$$

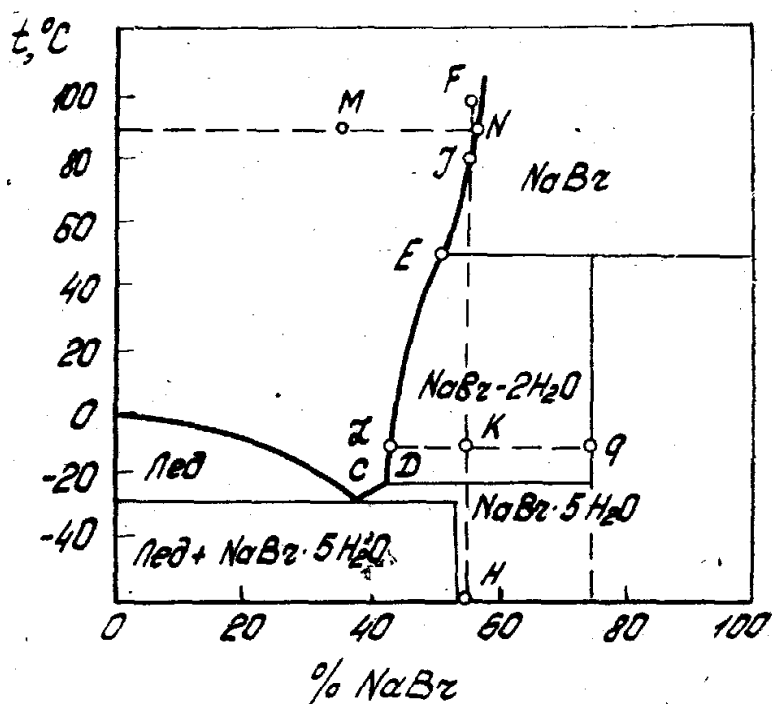
$$X = 559,400$$

Bu tenglamalarni yechib $y=0,4406$ va $X=559,400$ topamiz. Shunday qilib bir molyar birlikli M eritma bug'latilganda 559,400 mol H_2O bug'lanadi va 0,4406 MB N tarkibli eritma qoladi.

5.1-jadval

NaBr- H_2O sistema eruvchanligi haqidagi ma'lumotlar.

T/r	Temperatura, °C	Eritma konsentratsiyasi	
		100 gr suvda eriy oladigan NaBr miqdori, gramda	100 gr eritmada erigan NaBr miqdori, % da
1	0	0	0
2	-5	14,943	13,00
3	-10	28,205	22,00
4	-15	36,986	27,00
5	-20	47,059	32,00
6	-25	55,039	35,50
7	-30	61,290	38,00
8	-25	78,571	44,00
9	0	78,571	44,00
10	10	78,571	44,00
11	20	85,185	46,00
12	30	92,308	48,00
13	40	100,000	50,00
14	50	112,766	53,00
15	60	117,391	54,00
16	70	122,222	55,00
17	80	127,273	56,00
18	90	132,558	57,00
19	100	138,095	58,00



5.1-rasm. NaBr-H₂O ning fazaviy diagrammasi.

Endi og'irlik birligiga aylantiramiz:

M tarkibli 1MB eritma og'irligi

$$94,182 \cdot 102,92 + 1000 \cdot 18 = 27693,21 = 27,693 \text{ kg}$$

N tarkibli 1MB eritma og'irligi

$$213,760 \cdot 102,92 + 1000 \cdot 18 = 40000,18 \text{ g} = 40,0002 \text{ kg}$$

N tarkibli 0,4406 MB eritma og'irligi

$$40,0002 \cdot 0,4406 = 17,624 \text{ kg}$$

559,400 mol H₂O og'irligi $559,400 \cdot 18 = 10069,20 = 10,069 \text{ kg}$

Demak 27,693kg M tarkibli eritma bug'latilganda 10,069kg H₂O bug'lanadi va 17,624 kg N tarkibli eritma qoladi.

$$2000 \text{ kg M tarkibli eritmadan } \frac{10,069}{27,693} 2000 = 727,187 \text{ kg}$$

$$\text{H}_2\text{O-ni bug'latish kerak. Natijada } \frac{17,624}{27,693} 2000 = 1272,813 \text{ kg}$$

N tarkibli eritma olinadi.

5.2-masala. Qattiq fazada 100kg NaBr olish uchun 1000kg 35%li NaBr eritmasidan 90°C da qancha suvni bug'latish kerak.

M tarkibli eritmani 90°Cda izotermik bug'latganimizda figurativ nuqta bug'lanish nuri orqali N nuqtaga siljiydi. Bu yerda eritma toki to'liq quriguncha o'zgarmasdan qoladi. Chunki bug'lanish nuri MN suyuq fazani to'yinish chizig'ini kesib o'tadi, sistemadan suv bug'lanishi davomida qattiq fazaga NaBr cho'kadi.

Masala shartiga binoat M tarkibli 1000kg eritmada qattiq fazaga 100 NaBr ajratish kerak. Bir mol birlik M tarkibli eritmada (27,693kg – 1 masalaga qarang).

$$\frac{100}{1000} 27,693 = 2,7693 \text{ kg NaBr-ni ajratish kerak bo'ladi}$$

$$\text{yoki } \frac{2,7693}{102,92} 1000 = 26,9073 \text{ mol NaBr}$$

100 kg N eritmada:

$$57 : 102,92 = 0,5538 \text{ kmol NaBr}$$

$$43 : 18 = 2,3889 \text{ kmol H}_2\text{O bo'ladi.}$$

Bu eritmada NaBr ning 1000 mol suvga to'g'ri keladigan mol miqdori:

$$0,5538:2,3889=X:1000$$

$$X=(0,5538*1000)/2,3889$$

$$X=231,8222 \text{ mol NaBr}$$

Shunday qilib N eritmani molyar birligidagi tarkibi:



Bu yerda 102,92- NaBr molekulyar og'irligi.

M tarkibli bir molyar birlik (1MB) eritmani izotermik kristallash jarayonini umumiy moddiy balansi tenglamasini tuzamiz.

$$1\text{MB M tarkibli eritma} = 26,9073 \text{ NaBr} + X\text{H}_2\text{O} + y\text{MB N tarkibli eritma.}$$

Bu tenglamaga boshlang'ich va oxirgi eritma tarkibini qo'yamiz:

$$94,182 \text{ NaBr} + 1000\text{H}_2\text{O} = 26,9073 \text{ NaBr} + X \text{ H}_2\text{O} + y(231,8222 \text{ NaBr} + 1000\text{H}_2\text{O}).$$

Xar bir komponentlar uchun tegishli tenglamalar tuzamiz

$$\text{NaBr bo'yicha} \quad 94,182 = 26,9073 + 231,8222y$$

$$94,182 - 26,9073 = 231,8222y$$

$$67,2747 = 231,8222y$$

$$y = 67,2747 / 231,8222$$

$$y = 0,2902$$

$$\text{H}_2\text{O bo'yicha} \quad 1000 = X + 1000y$$

$$1000 = X + 1000 \cdot 0,2902$$

$$1000 = X + 290,20$$

$$X = 1000 - 290,20$$

$$X = 709,80$$

Bu tenglamalarni yechib, $X = 709,80$, $y = 0,2902$ eaknligini topamiz. Demak M tarkibli 1MB eritmadan (27,693 kg) 26,9073 mol NaBr ni qattiq fazaga ajratish uchun 709,80 mol H_2O ni bug'latish kerak. Bunda 0,2902 MB N tarkibli eritma qoladi yoki N tarkibli 0,2902 MB eritma og'irligi

$$231,8222 \cdot 102,92 + 1000 \cdot 18 = 41859,141g = 41,859 \text{ kg}$$

$$41,859 \cdot 0,2902 = 12,1475 \text{ kg}$$

Bu yerda 41,859 – N tarkibli 1MB eritma og'irligi M tarkibli 1000kg eritmadan esa $\frac{709,80 \cdot 18}{27,693} 1000 = 461,36 \text{ kg}$ suvni bug'latish kerak.

Bu yerda 18 suv molekulasi og'irligi, g

27693 – M tarkibli 1MB eritma og'irligi.

Natijada $\frac{12,1475}{27,693} \cdot 1000 = 438,64 \text{ kg}$ N tarkibli eritma olinadi.

Cho'kmaga $1000 - (461,36 + 438,64) = 100 \text{ kg}$ NaBr tushadi.

Qolgan eritma tarkibi $(1000 \cdot 35 / 100 - 100) / 438,64 \cdot 100 = 57\%$ ni tashkil qiladi.

5.3-masala. 55% li 1000kg NaBr eritmasi 100°C dan -10°C sovutganimizda qattiq fazaga qanday tuz va qancha miqdorda ajraladi.

Dastlabki eritma tarkibi NaBr – H_2O sistema fazoviy diagrammasida F nuqta bilan ifodalangan (1 rasmga qarang). Eritmani sovitish bilan sistema figurativ nuqtasi FH sovutish nuri bo'ylab siljiydi. Eritmani sovitish jarayonida qattiq fazaga dastlab suvsiz NaBr ajralib chiqadi. Qachonki $50,0^\circ\text{C}$ xaroratda (suyuq faza tarkibi E nuqtaga muvofiq kelganda suvsiz tuz) $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ga to'liq qayta kristallanadi. Xarorati -10°C gacha pasayib borishi bilan qattiq fazaga $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ajralib chiqadi. -10°C sistema tarkibi K nuqta bilan ifodalaniladi. Unga L tarkibli suyuq faza va q tarkibli qattiq fazaga to'g'ri mos keladi. Diagrammadan L tarkibli eritma tarkibini topamiz:

44% NaBr va 56% H_2O .

Dastlabki va oxirgi eritma tarkibini MB da ifodalaymiz: 100kg F eritma, 55 kg NaBr va 45kg H_2O dan tarkib topgan.

$$\frac{55}{102,92} = 0,5344 \text{ моль NaBr ; } 45/18 = 2,5 \text{ mol H}_2\text{O}$$

100mol H₂O ga $\frac{0,5344}{2,5} 1000 = 213,760$ mol NaBr to'g'ri keladi. Bu yerda:

102,92 va 18 – NaBr va H₂O ning molekulyar og'irligi. Demak F eritmani molyar birligidagi tarkibi:



Shunga o'xshash L eritma tarkibi xam xisoblanadi:

$$44/102,92 = 0,4275 \text{ mol NaBr; } 56/18 = 3,1111 \text{ mol;}$$

H₂O 100mol H₂O ga $(0,4275 * 1000) / 3,1111 = 137,4112$ mol NaBr to'g'ri keladi shunga muvofiq L eritmani molyar birligidagi tarkibi:



F tarkibli eritmani -10°C gacha sovutilgandagi moddiy balans tenglamasini tuzamiz.

$$1 \text{ MB F}_{\text{eritma}} = X \text{ NaBr} * 2 \text{ H}_2\text{O} + Z \text{ MBL}_{\text{eritma}}$$

$$\text{yoki } 213,760 \text{ NaBr} + 1000 \text{ H}_2\text{O} = X \text{ NaBr} * 2 \text{ H}_2\text{O} + Z (137,4112 \text{ NaBr} + 1000 \text{ H}_2\text{O})$$

Komponentlarga tegishli bo'lgan aloqada tenglamalar tuzamiz

$$\text{NaBr bo'yicha } 213,760 = X + 137,4112Z$$

$$\text{H}_2\text{O bo'yicha } 1000 = 2X + 1000Z$$

Bu tenglamalarni yechib:

$$213,760 * 2 = X * 2 + 2 * 137,4112$$

$$427,52 = 2x + 274,8224z$$

$$1000 - 427,52 = 2x - 2x + 1000z - 274,8224z$$

$$572,48 = 725,1776z$$

$$z = 572,48 / 725,1776$$

$$z = 0,7894$$

$$X = 213,760 - 137,4112 * 0,7894$$

$$X = 105,288$$

X=105,288; Z = 0,7894 ekanligini topamiz.

Shunday qilib F tarkibli 1MB eritmani sovutganimizda 105,288 mol NaBr*2H₂O ajralib chiqadi va 0,7894 MB L tarkibli eritma qoladi.

1MB F eritma og'irligi

$$213,76 * 102,92 + 1000 * 18 = 40000,18 \text{ g} = 40,0002 \text{ kg}$$

1MB F eritma sovutish jarayonida

$105,288 \cdot 138,92 = 14626,61\text{g} = 14,627\text{kg NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ajraldi.

L tarkibli 1MB eritma og'irligi

$$137,4112 \cdot 102,92 + 1000 \cdot 18 = 32142,3607\text{g} = 32,1424\text{ kg}$$

L tarkibli 0,7894 MB eritma og'irligi

$$32,1424 \cdot 0,7894 = 25,3732\text{ kg}$$

Bu yerda 138,92 NaBr·2H₂O ning molekulyar og'irligi. 1000 kg- dastlabki eritmadan $14,627 \cdot 1000 / 40,0002 = 365,6732\text{kg}$ NaBr·2H₂O ajraladi va $25,3732 \cdot 1000 / 40,0002 = 634,3268\text{ kg}$ L tarkibli eritma qoladi.

NaBr ning qattiq fazaga chiqishi $105,288 \cdot 100 / 213,760 = 49,26\%$.

Talabalar mustaqil bajarishi uchun topshiriqlar.

5.4. 950kg 38%-li NaBr eritmasi vakuum ostida 80°C da to'yingan eritma olinguncha bug'latildi. Bug'latilgan suv miqdorini toping.

5.5. Qattiq fazada 110kg NaBr olish uchun 1000kg 35%li NaBr eritmasidan 90°C da qancha suvni bug'latish kerak.

5.6. 55% li 1000kg NaBr eritmasi 100°C dan -10°C sovutganimizda qattiq fazaga qanday tuz va qancha miqdorda ajraladi.

6-AMALIY MASHG'ULOT.

O'zgarmas komponent asosida hisoblar.

Agarda sistema xolati o'zgarayotganda, suyuq fazadagi komponentlardan birortasini miqdori doimiy qolsa, u xolda o'zgarmas komponent asosida xisob olib borish usulini qullash mumkin. Buning uchun, o'zgarmas komponent kiritilgan nisbatda, proportsiya tuziladi.

Proportsiyaning chap tarafiga oxirgi eritmadagi o'zgarmas komponent kontsentratsiyasini, ushbu eritmadagi miqdori uzgaruvchi komponent kontsentratsiyasiga nisbati olinadi.

Bu kontsentratsiyalar, sistema xolati o'zgarishi natijasida xosil bo'lgan suyuq faza tarkibi figurativ nuqtasi koordinatasidan aniqlanadi.

Proportsiyaning ung tarafiga boshlang'ich eritmadagi o'zgarmas komponent miqdorini, oxirgi eritmadagi o'zgaruvchan komponent (suyuq fazadagi) miqdori (X)ga nisbati yoziladi. Tuzilgan nisbatdan X ni qiymati topiladi. X ni qiymatini ayirib, bu komponentni qattiq fazaga ajralgan miqdori aniqlanadi.

6.1-masala. 15 t 8% li KCl ($\text{NaNO}_3\text{-H}_2\text{O}$, $\text{NaNO}_2\text{-H}_2\text{O}$) eritmasi 30°C dan evtektik xaroratgacha sovitilganda qancha muz ajralib chiqishini o'zgarmas komponent asosida aniqlang.

Xisobni bajarish uchun KCl- H_2O , $\text{NaNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ va $\text{NaNO}_2\text{-H}_2\text{O}$ sistemalarining fazoviy diagrammasini berilgan 3.1-, 3.2-, 3.3- jadvallar asosida chizib olinadi (3.1-, 3.2-, 3.3-rasmlarga qarang).

Buning uchun bizga milimetrovka qog'oz kerak bo'ladi. Chizib olingan fazoviy diagrammalarga eritma figurativ nuqtalarni (N) kiritamiz. Eritmalarni evtektik xaroratgacha ya'ni KCl- H_2O -8°C , $\text{NaNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ $-17,40^\circ\text{C}$ va $\text{NaNO}_2\text{-H}_2\text{O}$ -20°C sovitsak sistema figurativ nuqtasi N dan N^1 nuqtaga siljiydi. Birlashtiruvchi to'g'ri chiziq qoidasiga asosan suyuq faza tarkibi C figurativ nuqtaga, qattiq faza (muz) tarkibi B figurativ nuqtaga to'g'ri keladi. NN^1 sovutish nuri muzni kristallanish egri chizig'ini kesib o'tganligi uchun qattiq fazaga faqat muz tushadi. KCl, NaNO_2 , NaNO_3 lar esa eritmada qoladi. Diagramma asosida evtektik nuqtaga to'g'ri keladigan C eritma tarkibini aniqlaymiz: 18,5% KCl va 81,5% H_2O , 38,2% NaNO_3 va 61,8% H_2O va 26,34% NaNO_2 va 73,66 % H_2O .

Masalaning Echimi:

Eritmalar tarkibidagi KCl, NaNO_3 , NaNO_2 tuzlarining miqdorini topib olamiz.

$$1500 \cdot 8 / 100 = 1200 \text{ kg}$$

Eritmalar tarkibidagi H_2O miqdorini:

$$1500 \cdot 92 / 100 = 13800 \text{ kg}$$

Demak eritmalar tarkibidagi KCl, NaNO_3 , NaNO_2 tuzlarining miqdori 1200 kg dan va 13800 kg dan H_2O bo'ladi.

Eritmalarni evtektik xaroratgacha ya'ni KCl- H_2O -8°C , $\text{NaNO}_3\text{-H}_2\text{O}$ $-17,40^\circ\text{C}$ va $\text{NaNO}_2\text{-H}_2\text{O}$ -20°C sovitsak sistemadagi eritma tarkibi 18,5% KCl va 81,5% H_2O , 38,2%

NaNO₃ va 61,8% H₂O va 26,34% NaNO₂ va 73,66 % H₂O bo'4'lichi digrammadan bizga ma'lum.

Yuqoridagi ma'lumotlar asosida ajralib chiqqan muz miqdorini topamiz.

Qolgan eritma miqdori:

1. $1200 \cdot 100 / 18,50 = 6486,49$ kg 18,50% KCl eritmasi qolgan.
2. $1200 \cdot 100 / 38,20 = 3141,36$ kg 38,20% NaNO₃ eritmasi qolgan.
3. $1200 \cdot 100 / 26,34 = 4555,81$ kg 26,34% NaNO₂ eritmasi qolgan.

Ajralib chiqqan muz miqdori:

1. $15000 - 6486,49 = 8513,51$ kg yoki 8,51351 t muz eritmada ajralib chiqqan.
2. $15000 - 3141,36 = 11858,64$ kg yoki 11,85864 t muz eritmada ajralib chiqqan.
3. $15000 - 4555,81 = 10444,19$ kg yoki 10,44419 t muz eritmada ajralib chiqqan.

Yoki:

1. $81,50 / 18,50 = x / 1200$, 2. $61,80 / 38,20 = x / 1200$, 3. $73,66 / 26,34 = x / 1200$ nisbatlar asosida xisoblab suyuq faza tarkibidagi H₂O miqdorini hisoblab kristalga dxtushgan muzcvmiqdorini topish mumkin.

Suyuq fazada qolgan H₂O miqdori:

1. $X = \frac{81,50 \cdot 1200}{18,50} = 5286,4865 \text{ kg}$
2. $X = \frac{61,80 \cdot 1200}{38,20} = 1941,3613 \text{ kg}$
3. $X = \frac{73,66 \cdot 1200}{26,34} = 3355,8087 \text{ kg}$

Boshlang'ich N eritmada 13800 kg H₂O bor. Demak qattiq fazaga ajralgan H₂O miqdori:

1. $13800 - 5286,4865 = 8513,51$ kg yoki 8,51351 t
2. $13800 - 1941,3613 = 11858,64$ kg yoki 11,85864 t
3. $13800 - 3355,8087 = 10444,19$ kg yoki 10,44419 t

Talabalar mustaqil bajarishi uchun topshiriqlar.

6.2-masala. 25t 25% -li KCl (46% li NaNO₃, 50%li NaNO₂) eritmasi 100°C dan 0°C gacha sovitilganda, qattiq fazaga ajralgan tuz miqdorini aniqlang.

6.3-Masala. 20t 25% -li KCl (46% li NaNO₃, 50%li NaNO₂) eritmasi 100°C da to'yinguncha bug'latildi. Bug'latilgan suv miqdorini o'zgaras komponent asosida toping.

Quyidagi sistemalarning eruvchanlik diagrammasini chizing. Ushbu sistemalardagi tuzlarning eritmasini berilgan variantlar asosidagi t_1 dan t_2 gacha sovitilganda ajralib chiqqan qattiq faza miqdorini o'zgaras komponent asosida xisoblang.

Variant	sistema	m, t	konsentratsiya	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$
1	KCl-H ₂ O	30	28	80	-5
2	KCl-H ₂ O	80	30	100	0
3	NaNO ₂ - H ₂ O	50	33	90	-5
4	NaNO ₂ - H ₂ O	70	37	95	-10
5	NaNO ₃ - H ₂ O	60	50	100	0
6	NaNO ₃ - H ₂ O	140	60	100	12

7-AMALIY MASHG'ULOT.

Moddiy balans tenglamasini massa birliklarida hisoblash.

Sistema tarkibi og'irlik foizlarda ifodalangan bo'lsa, fazoviy o'zgarish bilan boradigan jarayonning moddiy balansini sistema tarkibiy qismlarini molyar birlikka utkazmasdan xam tuzish mumkin.

Moddiy balansni massa birliklarida ifodalash uchun, tenglamaning chap tarafiga sistemaning dastlabki xolatidagi tarkibiy qismlari massasi, o'ng tarafga esa jarayon o'tkazilgandan so'ng sistemada xosil bo'ladigan tarkibiy qismlarining massasi yoziladi.

Agarda sistema xolati o'zgarishi natijasida kristallogidratlar xosil bo'lsa, u xolda kristallogidrat kimyoviy formulasiga mos keluvchi suvsiz tuz va suv massalari nisbatlarini ifodalovchi qo'shimcha tenglama tuziladi.

7.1-masala. 1000kg 55%li NaBr eritmasini 100°C dan -10°C gacha sovutganda qancha miqdorda NaBr va NaBr*2H₂O kristallaridan olish mumkin.

Xisobni bajarish uchun NaBr-H₂O sistemasining fazoviy diagrammasini berilgan 5.1- jadval asosida chizib olinadi (5.1-rasmga qarang).

NaBr-H₂O ning fazaviy diagrammasiga boshlang'ich M va oxirgi N eritma tarkibi figurativ nuqtasi kiritiladi (1-rasim) va ularning tarkibi aniqlanadi.

55% li NaBr eritmasini sovutganimizda sistema figurativ nuqtasi FH nur bo'ylab siljiydi (1-rasmga qarang). Suyuq faza dastlab suvsiz NaBr bilan to'yinadi va 50,0°C gacha qattiq fazaga faqat NaBr kristallari ajraladi. Bu jarayon sistema suyuq fazasi tarkibi E nuqtaga kelguncha davom etadi. 50,0°C da suvsiz NaBr kristallari ajratib olingandan sung, eritmani yana sovutishni -10°C gacha davom ettirsak NaBr*2H₂O kristallanishi kuzatiladi.

Sistema 50,0°C gacha sovutilganda (E nuqtagacha) uni tarkibida 53% NaBr va 47% H₂O bo'ladi va kristalga faqat NaBr kristallari tushadi. Suv miqdori esa o'zgarmasdan qoladi.

Shuning uchun kristall va tushgan NaBr miqdorini xisoblashni o'zgarmas komponentlar usuli bilan olib borish mumkin:

$$\begin{aligned}\text{Dastlabki eritma} \quad & 1000 \cdot 0,55 = 550 \text{ kg NaBr} \quad \text{va} \\ & 1000 \cdot 0,45 = 450 \text{ kg H}_2\text{O} \quad \text{dan}\end{aligned}$$

tarkib topgan.

E tarkibli eritmada xam dastlabki eritma singari 450 kg H₂O bor. Bu eritmadagi NaBr miqdorini proporsiya tuzib topamiz:

$$\frac{47}{53} = \frac{450}{X}; \quad X = \frac{53 \cdot 450}{47} = 507,447 \text{ kg NaBr}$$

Shunday qilib qattiq fazaga ajralgan suvsiz NaBr miqdori:

$$550 - 507,447 = 42,553 \text{ kg.}$$

NaBr kristallarini ajratgandan sung E tarkibli eritma qoladi.

$$1000 - 42,553 = 957,447 \text{ kg}$$

Uni tarkibida NaBr – 507,447 kg; H₂O – 450 kg.

E tarkibli eritmani -10°C gacha sovutganda ajralib chiquvchi NaBr*2H₂O miqdorini xisoblash uchun diagrammadan -10°C dagi (L) to'yingan eritma tarkibini topamiz:

44% NaBr va 56% H₂O

Tenglama quyidagicha ko'rinishni oladi.

$$957,447 \text{ kg eritma F} = X \text{ kg NaBr} + Y \text{ kg H}_2\text{O} + Z \text{ kg eritma L}$$

$507,447 \text{ kg NaBr} + 450 \text{ kg H}_2\text{O} = X \text{ kg NaBr} + Y \text{ kg H}_2\text{O} + Z \text{ kg (44\% NaBr + 56\% H}_2\text{O)}$

Komponentlar uchun tegishli tenglamalar tuzamiz:

NaBr bo'yicha $507,447 = X + 44Z$

H₂O bo'yicha $450 = y + 56Z$

$$\frac{x}{y} = \frac{102,92}{2 \cdot 18} = 2,86$$

bu yerda 102,92 va 18 – NaBr va H₂O molekulyar massasi. Bu tenglamani yechib;

$$\begin{aligned} X &= 2,86y \\ 507,447 &= 2,86y + 44z \\ 450 \cdot 2,86 &= 2,86y + 2,86 \cdot 56z \\ 1287 - 507,447 &= 160,16z - 44z \\ 779,553 &= 116,16z \\ z &= 779,553 / 116,16 \\ z &= 6,711 \\ 507,447 &= X + 44Z \\ 507,447 &= X + 44 \cdot 6,711 \\ X &= 507,447 - 295,284 \\ X &= 212,163 \\ 450 &= y + 56Z \\ 450 &= y + 56 \cdot 6,711 \\ y &= 450 - 375,816 \\ y &= 74,184 \end{aligned}$$

$X = 212,163 \text{ kg}; y = 74,184 \text{ va } Z = 6,711 \text{ kg ekanligini topamiz.}$

Qolgan L eritma miqdori

$$Z \cdot 100 = 6,711 \cdot 100 = 671,1 \text{ kg}$$

NaBr*2H₂O kristallari og'irligi

$$212,163 + 74,184 = 286,347 \text{ kg}$$

Shunday qilib 1000kg 55%li NaBr eritmasini 100°Cdan – 10°C gacha sovitib fraktsiyali kristallaganimizda

NaBr – 42,553 kg

NaBr *2H₂O – 286,347 kg

qattiq fazaga ajraladi.

44%-li NaBr eritmasidan – 671,10 kg qoladi. NaBr ning qattiq fazaga umumiy chiqimi

$$\frac{42,553 + (286,347 * 102,92/138,92)}{550} \cdot 100 = 46,31\%$$

7.2-masala. Qattiq fazada 100kg NaBr olish uchun 1000kg 35%li NaBr eritmasidan 90°C da qancha suvni bug'latish kerak.

Dastlabki M tarkibli eritma $1000 \cdot 0,35 = 350$ kg NaBr va

$1000 \cdot 0,65 = 650$ kg H₂O dan

tarkib topgan.

Bug'latishdan so'ng N tarkibli eritma 57% NaBr va 43% H₂O dan

Iborat bo'ladi.

100 kg NaBr ni kristalga tushirilganla N eritma tarkibida $350 - 100 = 250$ kg NaBr qoladi.

Shunga muvofiq N eritma tarkibidagi H₂O miqdorini hisoblab bug'langan H₂O miqdorini va qolgan eritma miqdorini topish mumkin:

Suyuq fazada qolgan H₂O miqdori:

57 NaBr _____ 43 H₂O

250 NaBr _____ X H₂O

$$X = 250 \cdot 43 / 57$$

$X = 188,60$ kg H₂O to'g'ri keladi.

Suyuq fazada miqdori:

$$250 + 188,60 = 438,60 \text{ kg.}$$

Bug'langan H₂O miqdori;

$$650 - 188,60 = 461,40 \text{ kg}$$

Kristalga tushgan NaBr miqdori:

$$1000 - (438,60 + 461,40) = 100 \text{ kg}$$

Talabalar mustaqil bajarishi uchun topshiriqlar.

7.3. 950 kg 40%-li NaBr eritmasi vakuum ostida 80°C da to'yingan eritma olinguncha bug'latildi. Bug'latilgan suv miqdorini toping.

7.4. Qattiq fazada 90kg NaBr olish uchun 1000kg 40%li NaBr eritmasidan 90°C da qancha suvni bug'latish kerak.

7.5. 55% li 1000kg NaBr eritmasi 100°C dan 0°C sovutganimizda qancha miqdorda NaBr va NaBr*2H₂O kristallaridan olish mumkin.

8-AMALIY MASHG'ULOT.

Uchlamchi sistemalar diagrammalari asosida grafik xisoblar

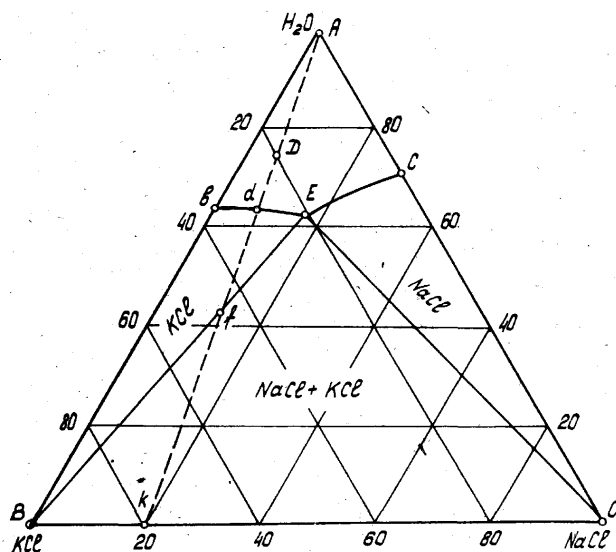
Uchlamchi sistemalar diagrammalari asosida grafik xisoblar olib borishda xam yuqorida ikkilamchi diagrammalarga qo'llanilgan xisoblash usullaridan foydalaniladi. Ammo uchkomponentli sistemalarni tasvirlash usuli (to'g'riburchakli yoki uchburchakli koordinatalar sistemasida) va sistema tarkibini ifodalash xamda xisoblash usuli birqancha o'ziga xos tomonlarga ega.

Uchburchakli diagrammada Skreynemakers usulida ifodalaganda (tuz kontsentratsiyasi ma'lum miqdordagi suvga nisbatan grammlarga yoki mollarda ifodalangan) suvsiz qattiq faza figurativ nuqtasi cheksizlikka intiladi. Shuning uchun bunday diagrammalarga richag qoidasi muayyan xollardagina o'rinli, masalan kristallogidratlarni erishi yoki eritmalarni aralashtirshni xisoblaganda.

Moddiy balans tuzish usuli va o'zgarmas komponentlar asosida xisoblashlar esa keng ko'lamli bo'lib, diagrammani ifodalash usulidan qattiy nazar qo'llanilishi mumkin.

8.1-masala. 5% NaCl, 20% KCl va 75% H₂O biriktirgan eritma 100°C da bug'latildi. Bu jarayonda eng ko'p KCl ajratib olish mumkin bo'lgan xolatni, va buning uchun bug'latish kerak bo'lgan suv miqdorini aniqlang.

Echish. NaCl – KCl – H₂O sistemasining 100°C dagi eruvchanlik izotermasida dastlabki eritma tarkibini figurativ nuqtasi (D) ni kiritamiz (8.1-rasm). Eruvchanlik izotermalarini 8.1-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar asosida chizib olinadi. Eritmadan suv bug'lanishi bilan uni tarkib figurativ nuqtasi Ak bug'lanish nur bo'yicha siljiydi. d nuqtada suyuq faza KCl ga nisbatan to'yinadi, bug'latish davom ettirilsa suyuq faza tarkibi dE chiziq bo'ylab o'zgaradi. Chunki E nuqttagacha qattiq fazaga faqat KCl ajralib chiqadi. E nuqtada eritma KCl bilan bir qatorda NaCl ga xam to'yinadi. Shuning uchun bug'latish davom ettirilsa KCl bilan bir qatorda NaCl xam qattiq fazaga ajralib chiqa boshlaydi.



8.1-rasm. NaCl-KCl-H₂O sistema-sini 100°C dagi izotermik eruvchanligi.

8.1-jadval

KCl-NaCl-H₂O sistema eruvchanligi haqidagi ma'lumotlar.

Harorat, °C	Qattiq faza	Eritma konsentratsiyasi			
		100 gr suvda eriy oladigan tuz grammlari		100 gr eritmadagi tuz grammlari	
		KCl	NaCl	KCl	NaCl
0	KCl	28,00	—	21,86	—
	NaCl	—	34,95	—	25,90
	KCl+NaCl	10,50	31,53	7,40	22,20
25	KCl	35,85	—	26,39	—
	NaCl	—	35,65	—	26,28
	KCl+NaCl	16,28	29,98	11,13	20,50
50	KCl	43,16	—	30,15	—
	NaCl	—	36,50	—	26,74
	KCl+NaCl	22,03	29,09	14,58	19,25
75	KCl	49,70	—	33,20	—
	NaCl	—	37,75	—	27,40
	KCl+NaCl	29,06	27,87	18,52	17,76
100	KCl	56,00	—	35,90	—
	NaCl	—	39,41	—	28,27
	KCl+NaCl	35,42	27,44	21,75	16,85

Shunday qilib KCl ni cho'kmaga eng ko'p ajralib chiqishi, eritmani oxirgi E tarkibiga muvofiq keladi. Bu xolda esa qattiq faza tarkibi B nuqtada, sistemani tarkibi esa f

nuqtada bo'ladi. Xisobni bajarish uchun diagrammadan E nuqtadagi eritma tarkibi topiladi: 16,85% NaCl, 21,75% KCl va 61,40% H₂O.

Vazifani 3 usul bilan yechamiz:

Xisob 100kg dastlabki eritmaga nisbatan olib boriladi.

1.1. O'zgarmas komponentlar asosida yechim. Bug'latish davrida qattiq fazaga faqat KCl tushadi, NaCl esa eritmada o'zgarmasdan qoladi (5 kg).

Bundan foydalanib oxirgi E tarkibli eritmada KCl va H₂O ni absolyut miqdorini topishimiz mumkin;

100 kg E eritmada 16,85kg NaCl + 21,75 kg KCl + 61,40 kg H₂O bor. 100 kg dastlabki eritma E tarkibigacha bo'g'latilgandan sung 5kg NaCl + Xkg KCl+ Ykg H₂O qoldi.

Shunday qilib, bug'latilgandan sung E eritma tarkibida:

$$X = 5 \frac{21,75}{16,85} = 6,45 \text{ kg KCl}$$

$$Y = 5 \frac{61,40}{16,85} = 18,2 \text{ kg H}_2\text{O} \text{ bo'ladi. Bug'latilgan suv miqdori } 75-18,2 = 56,8 \text{ kg.}$$

Qattiq fazaga o'tgan KCl miqdori $20-6,45 = 13,55 \text{ kg.}$

Qolgan eritma miqdori

$$5\text{kg NaCl} + 6,45\text{kg KCl} + 18,2 \text{ kg H}_2\text{O} = 29,65\text{kg.}$$

1.2. Richag qoydasi asosida yechish.

Dastlabki D sistema bug'latilgandan so'ng ikkita qisimga ajraladi: Bug'latilgan suv A va qolgan sistema (E tarkibli eritma + cho'kma).

Richag qoidasiga asosan

$$\text{Bug'langan suv miqdori} = Df$$

$$\text{dastlabki D sistema miqdori} = fA$$

Df va fA kesimlarini lineyka bilan o'lchash yoki ularni uchburchak tomonlaridan biriga proektsiyasini olish bilan (ikkalasi xam o'rinli chunki kesim proektsiyasi uni uzunligiga muqobil bo'ladi) quyidagini topamiz.

$$\frac{Df}{fA} = \frac{46-20}{46} = 0,568.$$

$$\frac{Df}{fA} = \frac{46}{46}$$

Bu yerdan 100 kg eritmadan bug'lanadigan suv miqdori.

$$100 \cdot 0,568 = 56,8 \text{ kg}$$

Qoladigan f sistema miqdori (E eritma + qattiq KCl)

$$100 - 56,8 = 43,2 \text{ kg}$$

Qoladigan f sistema ikki qisimdan iborat: to'yingan eritma va KCl cho'kmasi (B nuqta).

Richag qoidasiga asosan

$$\frac{\text{qattiq faza}}{\text{eritma}} = \frac{E_f}{B_f} = \frac{\text{KCl cho'kmasi miqdori}}{E \text{ tarkibli eritma miqdori}}$$

ko'rsatilgan kesmalarni o'lchab, topamiz

$$f_E = 0,457$$

$$f_B$$

Bundan cho'kmaga ajralib chiquvchi KCl miqdori

$$\begin{aligned} x/43,2 - x &= 0,457 \\ x &= 19,7424 - 0,457x \\ 1,457x &= 19,7424 \\ x &= 19,7424/1,457 \\ x &= 13,55 \text{ kg} \\ \frac{43,2 \cdot 0,457}{1,457} &= 13,55 \text{ kg} \end{aligned}$$

1.3. Jarayonning moddiy balans tenglamalari yordamida yechish

Bug'lanish jarayonining moddiy balansi tenglamasini tuzamiz. 100 kg D eritma = Xkg KCl + YkgH₂O + ZkgE eritma.

Bu tenglamaga dastlabki va oxirgi eritmalar tarkibini qo'yib qo'yidagini olamiz.

$$5 \text{ kg NaCl} + 20 \text{ kg KCl} + 75 \text{ kg H}_2\text{O} = X \text{ kg KCl} + Y \text{ kg H}_2\text{O} + Z(16,85\% \text{ NaCl} + 21,75\% \text{ KCl} + 61,40\% \text{ H}_2\text{O}).$$

Xar bir komponentlar uchun tegishli tenglamalar tuzamiz:

$$\text{NaCl bo'yicha } 5 = 16,85Z$$

$$\text{KCl bo'yicha } 20 = X + 21,75Z$$

$$\text{H}_2\text{O bo'yicha } 75 = Y + 61,40Z$$

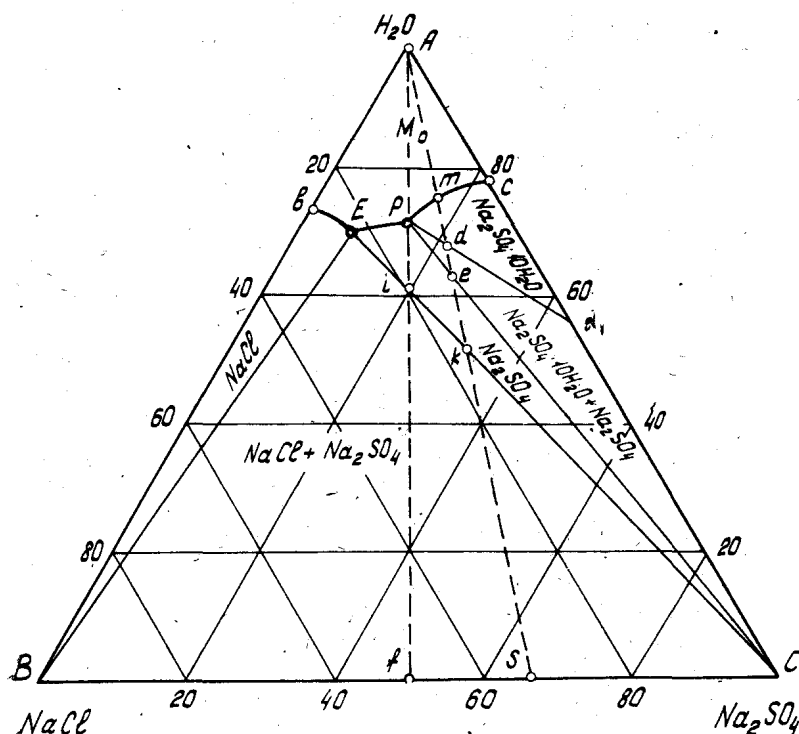
Bu tenglamalarni yechish bilan qo'yidagilarni topamiz $X = 13,55$; $Y = 56,8$; $Z = 0,2965$.

Shunday qilib D tarkibli 100kg eritmani bug'latganda 56,8 kgH₂O bug'lanadi, 13,55 kg KCl cho'kmaga tushadi va E tarkibli $100 \cdot 0,2965 = 29,65$ kg eritma qoladi.

8.2-masala. 10% NaSO₄, 5% NaCl va 85% H₂O bo'lgan eritma 25°C da ochiq xovuzda bug'latiladi. Bosqichli kristallantirishda xosil bo'ladigan NaSO₄·10H₂O va NaSO₄ tuzlarini va xar bir bosqichda bo'g'lanadigan suv miqdorini toping.

Xisobni bajarish uchun NaCl - Na₂SO₄ – H₂O sistemasining 25°C dagi eruvchanlik diagrammasiga, dastlabki eritma figurativ tarkibi M ni va undan bug'lanish nuri AS ni o'tkazamiz. (rasm-7.2) Bu nur Na₂SO₄·10H₂O ni eruvchanlik chizigi PC-ni va bu tuzning kristallanish maydonini kesib utadi. m nuqtada eritma NaSO₄·10H₂O bilan to'yinadi va bug'latish davom ettirilsa jarayon sistema tarkibi d nuqtaga mos kelguncha 10 suvli natriy sulfat kristallari ajralishi bilan boradi. Bu xolda eritma tarkibi P nuqtaga muvofiq keladi.

Sistemaning bu tarkibi qattiq fazaga eng ko'p Na₂SO₄·10H₂O ajralib chiqishiga muvofiq keladi, chunki bug'latishni yanada davom ettirsak bu tuzning degidratatsiyasi boshlanib, u NaSO₄ ga aylana boradi.



8.2-rasm. NaCl-Na₂SO₄-H₂O sistemasini 25°C dagi izotermik eruvchanligi.

$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ kristallarini eritmadan ajratgandan so'ng P tarkibli eritmani bug'latishni davom ettirsak qattiq fazaga Na_2SO_4 ajralib chiqa boshlaydi. Bug'lanish jarayonida sistemaning tarkibiy figurativ nuqtalari Af bo'g'lanish nuri bo'yicha o'zgaradi, suyuq faza tarkibining figurativ nuqtalari esa PE chizig'i bo'ylab siljiydi. Sistema xolati i-ga yetganda, suyuq faza tarkibi E ga ko'chadi.

Shu xolatda suvni bug'latish to'xtatiladi, chunki bug'latishni davom ettirsak cho'kmaga Na_2SO_4 bilan bir vaqtda NaCl xam tusha boshlaydi. Bu grafik ko'rinishda yorqin ko'rinadi: ya'ni P eritmaning bug'lanish nurini if qismi NaCl va Na_2SO_4 larni birgalikdagi kristallanish maydonini kesib o'tadi.

Xisobni olib borish uchun P va E nuqtalardagi eritma tarkibini topamiz va xar bir bosqichma bosqich jarayonlar uchun moddiy balans tenglamalarini tuzamiz:

P tarkibli eritma: NaCl –14,5%; Na_2SO_4 – 14,5%; H_2O – 71,0%.

E tarkibli eritma: NaCl – 22,65; Na_2SO_4 – 7,06%; H_2O – 70,29%.

Xisob M tarkibli 100kg dastlabki eritmaga olib boriladi.

1. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ni degidrotatsiyaga uchrashi boshlanishiga qadar M tarkibli eritmani bug'latish jarayoni moddiy balansi tenglamasini tuzamiz.

100kg M tarkibli eritma = Xkg Na_2SO_4 + Ykg $\text{H}_2\text{O}_{\text{krist.gidr.}}$ + nkg $\text{H}_2\text{O}_{\text{bo'g'}}$ + Z kg P tarkibli eritma.

Bu tenglamaga boshlang'ich va oxirgi eritma tarkibini qo'yamiz.

10kg Na_2SO_4 + 5kg NaCl + 85kg H_2O = Xkg Na_2SO_4 + Ykg $\text{H}_2\text{O}_{\text{krist.gidr.}}$ + nkg $\text{H}_2\text{O}_{\text{bug'}}$ + Zkg(14,5% NaCl + 14,5% Na_2SO_4 + 71% H_2O).

Xar bir komponent uchun tegishli tenglamalar tuzamiz:

Na_2SO_4 bo'yicha 10kg = Xkg + 14,5Z

NaCl bo'yicha 5kg = 14,5 Z

H_2O bo'yicha 85 = Ykg $\text{H}_2\text{O}_{\text{krist.gidr.}}$ + nkg $\text{H}_2\text{O}_{\text{bug'}}$ + 71Z

$X/Y = 142,06/18 \cdot 10 = 0,79$ ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} = M_{\text{Na}_2\text{SO}_4} + 10M_{\text{H}_2\text{O}}$)

bu yerda 142,06 va 18 Na_2SO_4 va H_2O larning molekular massasi. Bu tenglamalarni yechib qo'yidagi natijalarni olamiz:

X = 5kg, Y = 6,33kg, Z = 0,345kg, n = 54,17kg.

Shunday qilib: 54,17 kg H₂O bug'latilganda fazaga $5 + 6,33 = 11,33$ kg Na₂SO₄*10H₂O kristallogidrat o'tadi va natijada:

$0,345 * 100 = 34,5$ kg yoki $100 - (54,17 + 11,33) = 34,5$ kg P tarkibli eritmadan qoladi.

2. P tarkibli eritmani NaCl ajralib chiqquncha bug'latish jarayonini moddiy balansi tenglamasini tuzamiz: 34,5 kg P tarkibli eritma = Xkg Na₂SO₄ + nkg H₂O_{bug'} + Zkg E_{tar.er.}

Bu tenglamaga boshlang'ich va oxirgi eritmalar tarkibini qo'yamiz:

$0,345 (14,5\% \text{ NaCl} + 14,5\% \text{ Na}_2\text{SO}_4 + 71\% \text{ H}_2\text{O}) = X\text{kg Na}_2\text{SO}_4 + n\text{kg H}_2\text{O}_{\text{bug'}}$ + $Z(7,06\% \text{ Na}_2\text{SO}_4 + 22,65\% \text{ NaCl} + 70,29\% \text{ H}_2\text{O})$.

Komponentlar uchun tegishli tenglamalar tuzamiz:

Na₂SO₄ bo'yicha $0,345 * 14,5 = X + Z * 7,06$

NaCl bo'yicha $0,345 * 14,5 = Z * 22,65$

H₂O bo'yicha $0,345 * 71,0 = n + Z * 70,29$.

Bu tenglamalarni yechib qo'yidagilarni topamiz.

$X = 3,44$ kg, $n = 9$ kg, $Z = 0,2206$ kg.

Ya'ni P tarkibli 34,5 kg eritma bug'latilganda 9 kg H₂O bug'lanadi va 3,44kg Na₂SO₄ qattiq fazaga ajralib chiqadi va $0,2206 * 100 = 22,06$ kg yoki $34,5 - (9 + 3,44) = 22,06$ kg E tarkibli eritma qoladi.

Bu eritma tarkibida $22,06 * 0,0706 = 1,56$ kg Na₂SO₄

va $22,06 * 0,2265 = 5$ kg NaCl bo'ladi.

Ikkala jarayondagi Na₂SO₄ ning qattiq fazaga ajralib chiqishi

$$\frac{5 + 3,44}{10} * 100 = 84,4\%$$

Talabalar mustaqil bajarishi uchun topshiriqlar.

8.3. 5% NaCl, 25% KCl va 70% H₂O biriktirgan eritma 100°C da bug'latildi. Bu jarayonda eng ko'p KCl ajratib olish mumkin bo'lgan xolatni, va buning uchun bug'latish kerak bo'lgan suv miqdorini aniqlang.

8.4. 5% NaCl, 20% KCl va 75% H₂O biriktirgan eritma 75°C da bug'latildi. Bu jarayonda eng ko'p KCl ajratib olish mumkin bo'lgan xolatni, va buning uchun bug'latish kerak bo'lgan suv miqdorini aniqlang.

8.5. 5% NaCl, 25% KCl va 70% H₂O biriktirgan eritma 75°C da bug'latildi. Bu jarayonda eng ko'p KCl ajratib olish mumkin bo'lgan xolatni, va buning uchun bug'latish kerak bo'lgan suv miqdorini aniqlang.

8.6. 12% NaSO₄, 5% NaCl va 83% H₂O bo'lgan eritma 25°C da ochiq xovuzda bug'latiladi. Bosqichli kristallantirishda xosil bo'ladigan NaSO₄*10H₂O va NaSO₄ tuzlarini va xar bir bosqichda bo'g'lanadigan suv miqdorini toping.

8.7. 12% NaSO₄, 7% NaCl va 81% H₂O bo'lgan eritma 25°C da ochiq xovuzda bug'latiladi. Bosqichli kristallantirishda xosil bo'ladigan NaSO₄*10H₂O va NaSO₄ tuzlarini va xar bir bosqichda bo'g'lanadigan suv miqdorini toping.

9-AMALIY MASHG'ULOT.

To'rt komponentli va o'zaro almashinuvchi sistemalarni diagrammalari asosida grafik hisoblar.

Umumiy ionli uchta tuzning eritmalari oddiy to'rt komponentli sistemani hosil qiladi. Sistemaning izotermik fazalar diagrammasini tetraedr yoki prizma yordamida tasvirlash mumkin. Amaliy hisob-kitoblar uchun odatda ushbu diagrammalarning tekislikdagi proektsiyalari va uchlik sistemalarda bo'lgani kabi hisoblash usullaridan foydalaniladi.

To'rt komponentli sistemaning yana bir turi suv va umumiy ionga ega bo'lmagan ikkita tuzdan iborat sistemalar bo'lib bunday sistemalar o'zaro almashinuvchi sistemalar deb nomlanadi. Bu sistemalar odatda to'rtburchakli piramida yordamida tasvirlanadi.

Bunday diagrammaning klinikografik proektsiyasi piramidaning asosi kvadratga o'xshaydi. Kvadrat diagramma chizilgan eritma va izohidraning tuz massasi tarkibiga kiradigan chiziqlar yoki proektsion suv diagrammasi qo'shimcha ravishda tuziladi. Ushbu diagrammaning to'yingan sirlari proektsiyasida yotgan nuqtalarning ordinatalari to'yingan eritmalaridagi tuzlar yig'indisining 1 yoki 100 moli suv mollari soniga to'g'ri keladi.

O'zaro almashinuvchi to'rtlamchi sistemalarning fazaviy diagrammalaridan foydalangan holda hisoblash usullari uch sistemali va oddiy to'rtlamchi sistemalardagi hisoblash usullaridan bir oz farq qiladi.

Ushbu farq o'zaro almashinuvchi to'rtlamchi sistemadagi tuzlarning konsentratsiyasi odatda ion ekvivalentlarida ifodalanadi va moddiy balans tenglamalarini tuzishda miqdor birligi uchun qiymat olinadi, bu shartli ravishda tuz birligi (TB) deb nomlanadi - bu 1 mol tuzlari yig'indisini o'z ichiga olgan eritma miqdori.

9.1-masala. Quydagi sxema bo'yicha natriy nitrat va kaliy xloriddan kaliy nitratini olishning siklik jarayonini hisoblang:

1. Qattiq natriy nitrat va kaliy xlorid suvda 100°C da eriydi va bir vaqtning o'zida NaCl kristallanadi..

2. NaCl kristallarini ajratib bo'lgandan so'ng, hosil bo'lgan to'yingan eritma 25°C gacha sovutiladi, bu holda KNO_3 qattiq fazaga tushadi.

3. KNO_3 kristallari mahsulot sifatida ajratib olinadi va qolgan to'yingan eritmani 100°C ga qadar qizdirib unga NaNO_3 va KCl ning yangi qismi qo'shiladi.

$\text{NaNO}_3\text{-KCl-H}_2\text{O}$ tizimining fazaviy diagrammasi yordamida eritma tarkibidagi o'zgarishlarning sifat yo'nalishini bayon qilaylik (8.1-rasm). 8.1-rasmda ushbu sistemadagi eruvchanlik diagrammasi 25°C va 100°C da tasvirlangan. Past haroratlarda KNO_3 kristallanish maydoni diagramma maydonining katta qismini egallaydi. Agar 100°C da NaNO_3 va KCl ning ekvimolekulyar aralashmasi eritmasi tayyorlansa, u holda kvadrat diagonallar kesishmasida yotadigan bunday eritmaning tuz massasi tarkibining figurativ nuqtasi NaCl kristallanish maydonida bo'ladi. 100°C da bu eritmada suv bug'langanda, eritma to'yinganish darajasiga erishilganda NaCl ning kristallashuvi boshlanadi va eritmaning tuz massasining tarkibi NaCl - ab chizig'i kristallanish chizig'i bo'ylab o'zgaradi. b nuqtada eritma KCl bilan ham to'yingan bo'ladi. Agar bu vaqda ajralgan NaCl kristallari ajratilsa va eritma 25°C gacha sovutilsa u holda b nuqta KNO_3 ning kristallanish sohasida bo'ladi va bu tuz soviganida cho'kmaga tushadi.

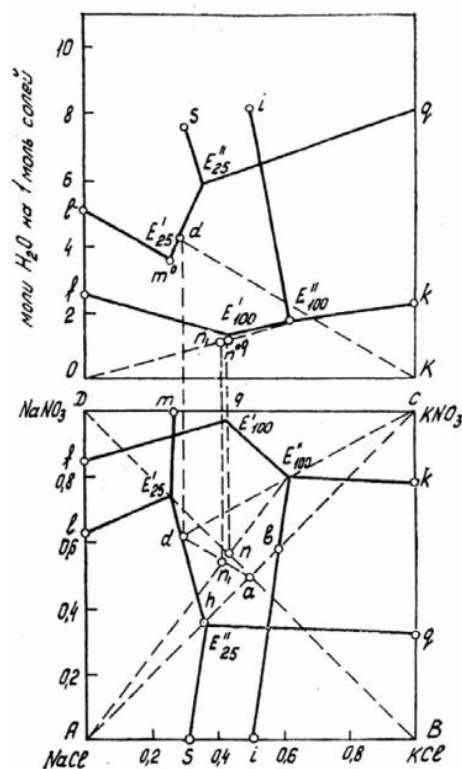
Bunday holda eritmaning tarkibi KNO_3 kristallanish nurlari - bh chizig'i bo'ylab o'zgaradi. a va b nuqtalari orasidagi masofa kichik bo'lganligi sababli, teng miqdordagi

NaNO_3 va KCl miqdorini o'z ichiga olgan eritmani bug'langanda, faqat oz miqdordagi NaCl cho'kmaga tushadi. Shunga ko'ra, b eritmasini sovutganda KNO_3 unumdorligi past bo'ladi.

Chiqarilgan NaCl miqdorini ko'paytirish va KNO_3 unumdorligini oshirish uchun diagrammadan ko'rinib turibdiki, dastlabki eritmaga ortiqcha NaNO_3 kiritilishi kerak.

Eng yuqori unumga agar ajratish tugaguniga qadar eritma uchta tuz bilan to'yingan bo'lsa: NaCl , KCl va KNO_3 , ya'ni boshlang'ich eritmaning tuz massasi n nuqta bilan, va NaCl kristallanishidan keyingi tuz massasi E_{100} nuqtasi bilan ifodalangan bo'lsa erishiladi.

Kristallga tushgan NaCl ajratilgandan so'ng, KNO_3 ning kristallanishi eng uzun E''_{100} d yo'l bo'ylab davom etadi. Bu KNO_3 ning eng yuqori unumdorligini ta'minlaydi.



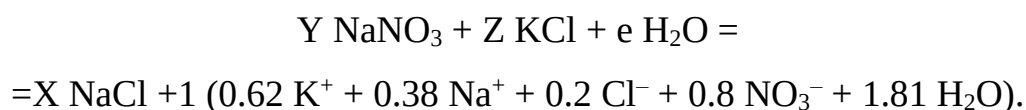
9.1-Rasm. NaNO_3 - KCl - H_2O sistemasining
25°C va 100°C dagi eruvchanlik izotermalari

Hisoblashni amalga oshirish uchun diagrammada E''_{100} va d eritmalarining ion-ekvivalentlaridagi tarkibini va 1 mol tuzga to'g'ri keladigan suv mollari sonini aniqlaymiz:

eritma E''_{100} K^+ 0.62; Cl^- 0.2; NO_3^- 0.8; H_2O 1.81, Na^+ 0.38

eritma d K^+ 0,29; Cl^- 0,37; NO_3^- 0,63; H_2O 4.19, Na^+ 0.71

1. NaNO_3 va KCl ning suvda erishi moddiy balansi tenglamasini tuzamiz, 1 TB E''_{100} eritmasini olish uchun:



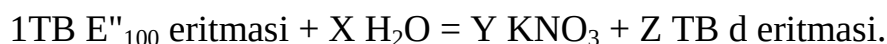
Bu komponentlar uchun tegishli tenglamalar tuzamiz va echamiz:

$$\begin{aligned} \text{K}^+ \text{ bo'yicha} \quad & Z = 0,62, \\ \text{H}_2\text{O bo'yicha} \quad & e = 1.81, \\ \text{Cl}^- \text{ bo'yicha} \quad & Z = X + 0,2, \\ \text{Na}^+ \text{ bo'yicha} \quad & Y = X + 0.38, \\ & X = 0,42; Y = 0,8 \end{aligned}$$

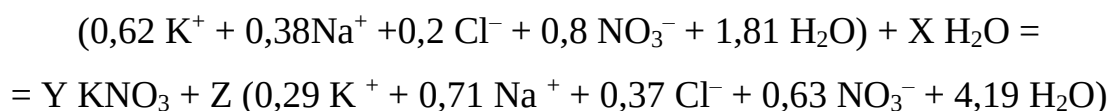
Shunday qilib, 1 TB E''_{100} eritmasini olish uchun 100°C da 0,8 mol NaNO_3 , 0,62 mol KCl va 1,81 mol H_2O aralashtirilishi kerak. Bunday holda 0,42 mol NaCl cho'kmaga tushadi.

2. 1TB E''_{100} eritmasini 25°C gacha sovutish jarayoni uchun moddiy balans tenglamasini tuzamiz. Shuni inobatga olish kerakki, suv diagrammasida K va d nuqtalarni tutashtiruvchi KNO_3 kristallanish nurlari E''_{100} nuqtalari ustidan o'tadi. Shundan kelib chiqadiki, d eritmasini olish uchun sovutishdan oldin E''_{100} eritmasiga ma'lum miqdorda suv qo'shilishi kerak, aks holda mahsulot NaCl bilan ifloslangan bo'ladi.

Shunday qilib, sovutish jarayonining moddiy balansi tenglamasi quyidagi shaklga ega bo'ladi:



Eritmalar tarkibini tenglamaga almashtiramiz:



Bu komponentlar uchun tegishli tenglamalar tuzamiz va echamiz:

$$\begin{aligned} \text{Na}^+ \text{ bo'yicha} \quad & 0,38 = 0,71Z & Z = 0,535 \\ \text{K}^+ \text{ bo'yicha} \quad & 0,62 = Y + 0,29Z & Y = 0,465 \\ \text{H}_2\text{O bo'yicha} \quad & 1,81 + X = 4,19Z & X = 0,43 \end{aligned}$$

Tenglamani echimiga muvofiq 1TB E''₁₀₀ eritmasini sovutishdan oldin unga 0,43 mol H₂O qo'shilishi kerak. So'ngra eritmani 25°C gacha sovutgandan kegin undan 0,465 mol KNO₃ ajralib chiqadi va 0,535 TB eritma d qoladi.

3. d eritmasidan yana 1 TB E''₁₀₀ eritmasini olish uchun ortiqcha suvni 100°C da bug'lantish, qo'shimcha ravishda NaNO₃ va KCl miqdorini qo'shish va NaCl ning bir qismini kristallga tushirib ajratib olish kerak:

0.535 TB d eritma – n H₂O + Y KCl + Z NaNO₃ = X NaCl + 1 TB E''₁₀₀ eritma

Dastlabki va yakuniy tarkibini tegishli tenglamaga almashtiramiz:

$$0.535(0.29K^{+}+0.71Na^{+}+0.37Cl^{-}+0.63NO_{3}^{-}+4.19H_{2}O) - nH_{2}O+YKCl+ZNaNO_{3}= \\ XNaCl + 1(0.62K^{+}+0.38Na^{+}+0.2Cl^{-} +0.8 NO_{3}^{-} +1.81 H_{2}O).$$

Bu komponentlar uchun tegishli tenglamalar tuzamiz va echamiz:

$$K^{+} \text{ bo'yicha} \quad 0.535 * 0.29 + Y = 0.62,$$

$$Na^{+} \text{ bo'yicha} \quad 0,535 * 0,71 + Z = X + 0,38,$$

$$Cl^{-} \text{ bo'yicha} \quad 0,535 * 0,37 + Y = X + 0,2,$$

$$H_{2}O \text{ bo'yicha} \quad 0,535 * 4.19 - n = 1.81,$$

$$n = 0.43, X = 0.465, Y = 0.465, Z = 0.465,$$

ya'ni 0,465 mol KCl va 0,465 mol NaNO₃ d eritmasiga qo'shilishi va undan 0,43 mol H₂O bug'lanishi kerak, keyin 0,465 mol NaCl qayta kristallangandan so'ng qattiq fazaga chiqariladi. Birlashtiruvchi chiziqli qoidasiga ko'ra dastlabki aralashmaning tarkibidagi birlashtiruvchi nuqta diagrammada n₁ nuqta bilan tasvirlangan.

Hisoblash natijalarini massa birliklarida ifodalaylik, 100 g NaNO₃ boshlang'ich qiymat sifatida qabul qilinadi. Dastlabki aralashmani tayyorlash uchun ushbu miqdordagi (100 g) NaNO₃ ga quyidagilarni qo'shishingiz kerak:

$$KCl \quad 100*0.62*74.56/0.8*85=68 \text{ g},$$

$$H_{2}O \quad 100*1.81*18 / 0.8*85 = 48 \text{ g},$$

bu erda 0,62, 0,8 va 1,81 - 1 TB E ''₁₀₀ eritmasi olish uchun olinishi kerak bo'lgan tuzlarining mollar soni;

74.56, 85 va 18 - KCl, NaNO₃ va H₂O ning molekulyar og'irliklari.

100 g NaNO_3 , 68 g KCl va 48 g H_2O ni 100°C da aralashtirgandan so'ng, NaCl qattiq fazaga chiqadi:

$$100 * 0.42 * 58.45 / 0.8 * 85 = 36 \text{ g},$$

bu erda 0,42 - NaCl mollari soni, u 1TB " E''_{100} " eritmasi olingandan keyin cho'kadi;
58,45 - NaCl ning molekulyar og'irligi.

NaCl ajratilgandan so'ng, eritmaga suv qo'shilishi kerak:

$$100 * 0.43 * 18 / 0.8 * 85 = 11.4 \text{ g},$$

bu erda 0,43 - 1 TB " E''_{100} " eritmasiga qo'shiladigan suvning mollari soni.

Eritma 25°C gacha sovutilganda KNO_3 kristallanadi:

$$100 * 0.465 * 101.11 / 0.8 * 85 = 69 \text{ g},$$

bu erda 0.465 - 1 TB " E''_{100} " dan qattiq fazaga chiqarilgan KNO_3 mollari soni;
101,11 - KNO_3 ning molekulyar og'irligi.

Talabalar mustaqil bajarishi uchun topshiriqlar.

9.2. Quyidagi ma'lumotlar bo'yicha natriy nitrat va kaliy xloriddan kaliy nitratini olishning tsiklik jarayonini hisoblang:

eritma " E''_{100} " K^+ 0.60; Cl^- 0.194; NO_3^- 0.774; H_2O 1.752, Na^+ 0.368

eritma d K^+ 0,281; Cl^- 0,358; NO_3^- 0,61; H_2O 4.055, Na^+ 0.687

III. LABORATORIYA MASHG'ULOTI MATERIALLARI.

1-LABORATORIYA ISHI.

Laboratoriyada ishlash texnika xavfsizligi qoidalari. Tuzlarning erish issiqligini aniqlash.

Texnika xavfsizligi qoidalari. Kimyo laboratoriyasida tajribalar o'tkazish uchun talabalar quyidagi ehtiyot choralarini ko'rishi kerak:

1. Har qaysi laboratoriya ishi belgilangan joyda bajarilishi shart.
2. Mashg'ulot paytida talaba maxsus kiyim (xalat)siz ishlashi mumkin emas.
3. Mashg'ulot rejasida ko'rsatilmagan ishlarni bajarishi taqiqlanadi.
4. Laboratoriyada ishlaganda ozodalikka, saranjomlikka, tinchlikka va xavfsizlik texnikasi qoidalariga rioya qilishi lozim. SHoshilish va xavfsizlik qoidalariga rioya qilmaslik tajribada xatolikka yo'l qo'yishga va ko'ngilsiz hodisalarga olib keladi.
5. Tajribani rahbarni ijozati bilan boshlash lozim. Ishni bajarish tartibi laboratoriya daftoriga yozilishi va uni rahbar tekshirib ko'rgan bo'lishi lozim.
6. Zaxarli va badbo'y hidli moddalar bilan qilinadigan tajribalarni mo'rili shkafda bajaring.
- Agarda reaktivlarni hididan aniqlamoqchi bo'lsangiz, uni og'zidan o'zingizga tomon oxista yelpib xidlang.
7. Kontsentrangan kislotalarni suyultirishda kislotani suvga childirاتب quyib, aralashtirib turgan xolda suyultiring. Suvni kislotaga kuyish mumkin emas.
8. Reaktivlarni probirkalarga quyishda ularni gavgangizdan uzoqroqda tuting.
9. qizdirilayotgan reaktiv ustiga engashib qaramang.
10. Probirkaga biror modda solib qizdirayotganingizda uni og'zini o'zingizdan va yoningizdagi sherigingizdan chetga buring.
11. Elektr asboblari bilan ishlashda, uni to'liq izolyatsiyalanganligiga ishonch hosil qilmasdan turib ish boshlamang.

12. Oson o`'t oluvchi moddalar bilan qilinadigan tajribalarni olovdan uzoqroqda bajaring. Bunday moddalarni qizdirishda suv yoki qum hammomidan foydalaning.

13. Benzin, spirt, efir va shu kabi oson o`'t oluvchi moddalar o`'t olib ketsa, qum sepib o`'chiring. Suv sepilmaydi, chunki alanga hajmi kengayib ketadi.

14. Kislota ta`sirida kuygan joy avvalo mo`l miqdordagi suv bilan, so`ngra suyultirilgan natriy bikarbonat eritmasi bilan yuviladi.

15. Agar biror yeringiz yong`in yoki issiqlik ta`sirida kuyib qolsa, kuygan joyingizni kaliy permanganatning suyultirilgan eritmasi bilan yuvish yoki steptotsid emulsiyasi surtish lozim.

16. Zaxarli gazlar (xlor, brom, vodorod sulfid, oltingugurt yoki azot oksidlari) bilan zaxarlanib qolgan kishini darhol ochiq havoga olib chiqish va vrachga murojaat qilish lozim.

17. Ishqorlar ta`sirida zararlangan joyni avval qayta-qayta suv bilan, so`ngra esa sirka yoki limon kislotaning suyultirilgan eritmasi (3%) bilan yuvish lozim.

18. Ishqor, kislota va yonuvchan suyuqliklarni rakovinaga to`kish yaramaydi. Bunday keraksiz suyuqliklarni maxsus idishlarga quyish kerak. Rakovinaga qum, qog`oz va shunga o`xshash narsalarni tashlamang.

19. Simob va simobli asboblarni bilan ehtiyot bo`lib ishlang. Simobli asbob (termometr va manometr) sinisa, uni tezda maxsus usul bilan yig`ib oling va suvli stakanga solib, simob to`kilgan joyga oltingugurt kukuni sepib uni o`ldiring.

20. Gazlar bilan ishlashda juda ehtiyot bo`lish kerak, gazlar tozaligini tekshirib va asbob germetikligini aniqlab, so`ngra ish boshlash lozim.

21. Reaktiv olish uchun ishlatiladigan qoshiqcha va menzurka aralashtirilib yubormasligi shart.

22. Mashg`ulot tugagach, ishlatilgan moddalarni o`z joyiga qo`yish, asboblarni va shisha idishlarni tozalab yuvib, laborantga topshirish kerak.

23. Laboratoriyadan ketishdan oldin gaz, vodoprovod jo`mraklarini berkitilganligini, elektr asboblarni o`chirilganligini tekshirib ko`ring.

Tuzning erish issiqligini aniqlash

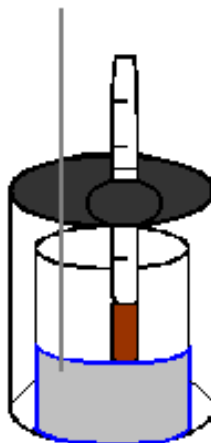
Ishning maqsadi: Termokimyo qonunlarini chuqur o'rganish va tuzlarning erish issiqligini aniqlash yo'llarini o'rganish.

1.1-tajriba. Ekzo - va endotermik jarayonlar

Ikkita probirka olib, ularga 4-5 ml dan suv soling va haroratini o'lchang. So'ngra termometrni olmagan holda birinchi probirkaga 1-2 gr ammoniy nitrat yoki natriy nitrat, ikkinchi probirkaga 1-2 gr rux sulfat yoki suvsiz natriy karbonat tuzidan soling. Har ikkala probirkada hosil bo'lgan eritma haroratining o'zgarishini kuzating. Qaysi probirkada ekzo- va qaysisida endotermik jarayonlar sodir bo'lganligini ayting.

1.2-tajriba. Tuzlarning erish issiqligini aniqlash

Tajribani o'tkazish uchun *kalorimetr* deb ataluvchi asbobdan foydalaniladi. Kalorimetr ichki va tashqi stakandan iborat bo'lib, tashqi stakan ichki stakandagi haroratning mo'tadilligini ta'minlab turadi (1- rasm).



1-rasm. Kalorimetr. Tuzning erish issiqligini aniqlash asbobi

Kalorimetrning ichki stakaniga 50 ml suv soling, uni termometr hamda aralashtirgich o'rnatilgan qopqoq bilan berkitib, suvning haroratini o'lchang va uni t_1^0 deb belgilang.

So'ngra o'qituvchi tomonidan berilgan tuz namunalaridan texnik kimyoviy tarozida 2-3 gr tortib olib, ularni kukun holigacha maydalang.

Kukun holiga keltirilgan tuzni kalorimetrni ichki stakanidagi suvga soling va aralashtirgich bilan yaxshilab aralashtirib, hosil bo'lgan eritmaning haroratini o'lchang.

Termometr ko'rsatkichi o'zgarmay qolgach, eritmaning haroratini yozing va t_2^0 bilan belgilang. Shu tariqa boshqa tuz namunalarini ham erish issiqliklarini aniqlang.

Tajriba natijalarini yozish va hisoblashni quyidagi tartibda olib boring:

Kalorimetrdagi suvning massasi ----- m_{H_2O}

Olingan tuzning massasi ----- m_{tuz}

Haroratlar farqi----- $\Delta t = t_2^0 - t_1^0$

Tuzning nisbiy molekulyar massasi----- $Mr_{(tuz)}$

Tuzning erish issiqligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$Q_{e.i} = \frac{C(m_{tuz} + m_{suv}) \cdot \Delta t \cdot Mr}{m_{tuz} \cdot 1000}$$

bu erda $Q_{e.i}$ - tuzning erish issiqligi;

C - eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi, u 4,18 kJ/g-grad.

Tuzning erish issiqligini nazariy qiymatini 1-jadvaldan olib, tajribada qilingan absolyut ΔQ va nisbiy δ_{Δ} xatolarni quyidagi formulalar yordamida hisoblang:

$$\Delta Q = Q_{\text{naz}} - Q_{\text{maj}} \quad \delta_{\Delta} = \frac{\Delta Q}{Q_{\text{naz}}} \cdot 100\%$$

1-jadval

Moddalar	Erish issiqligi kJ/g-grad	Moddalar	Erish issiqligi kJ/g-grad
KN ₃	-35,75	ZnSO ₄	+77,59
NaNO ₃	-21,08	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	- 17,9
NH ₄ NO ₃	-26,90	CuSO ₄	+66,54
NH ₄ Cl	-16,30	CuSO ₄ ·5H ₂ O	-11,70
K ₂ SO ₄	-26,88	Na ₂ SO ₄	+2,30
Na ₂ CO ₃	+23,60	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	-78,51
Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	-66,58	KOH	+53,18

2-LABORATORIYA ISHI.

Binar sistemalar eruvchanligini o'rganish ($\text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$, $\text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$).

Ishdan maqsad: Tajriba natijalari asosida fazoviy diagramma va $\text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$, $\text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$ sistemalarida haroratning va konsentratsiyaning o'zgarishi bilan qanday o'zgarishlar bo'lganini yoki bo'lishi mumkinligini aniqlash, ya'ni eritma tarkibida yangi moddalar hosil bo'lishi, yoki hosil bo'lmasligi, hosil bo'lsa bu moddalarning hosil bo'lish muhiti, hosil bo'lish konsentratsiyalari va hosil bo'lish haroratlarini aniqlash.

Nazariy qism

Fizik-kimyoviy tahlilning vazifasi kimyoviy muvozanatdagi sistemaning o'zgarishini fizik va geometrik usullar bilan o'rganishdan iboratdir. Sistema o'zaro ta'sir etish imkoniyatiga ega bo'lgan moddalar majmuasidir. Sistema holatini uning xossalari majmuasi bilan aniqlash mumkin. Sistemaning termodinamik xossasi harorat, hajm, bosim va konsentratsiya bilan xarakterlanadi.

Sistemalarning fizik-kimyoviy tahlili suyuqlanish, eruvchanlik va mikrotuzilishlarni o'rganishga asoslangan. Uch va undan ortiq komponentli sistemalar eruvchanlik diagrammasi komponentlardan biri ikkinchisini eruvchanligini kamaytirishi va yoki kupaytirishi mumkin bo'lgan jarayonlarni o'z ichiga oladi.

Barcha komponentlarni o'zaro ta'sirida bo'lgan sistemalar muvozanat holatiga intiladi. Muvozanat holatida sistemani tashkil etuvchi komponent va fazalarning xarorati, bosim va kimyoviy potentsiali teng bo'ladi. Sistema muvozanat holatida qancha uzoq bo'lsa jarayon shuncha tezlik bilan ketadi. SHuning uchun texnologik muammolarni yechishda sistemaning muvozanat sharoitlarini bilish muhim ahamiyat kasb etadi.

Sistemaning tarkibi, holati va xossasi o'rtasidagi bog'lanish fizik-kimyoviy diagrammalarda yaqqol namoyon bo'ladi.

Qattiq fazani suyuqlanish va qotishini ko'rsatuvchi xolat diagrammalar suyuqlanish diagrammasi deyiladi.

Eritma ikkala qattiq faza bilan to'yingan bo'lsa, diagrammaning bu egri chiziqlarining kesishgan nuqtalariga evtektik nuqtalar deyiladi.

Tajriba o'tkazish uchun kerakli buyumlar, jihozlar va reaktivlar.

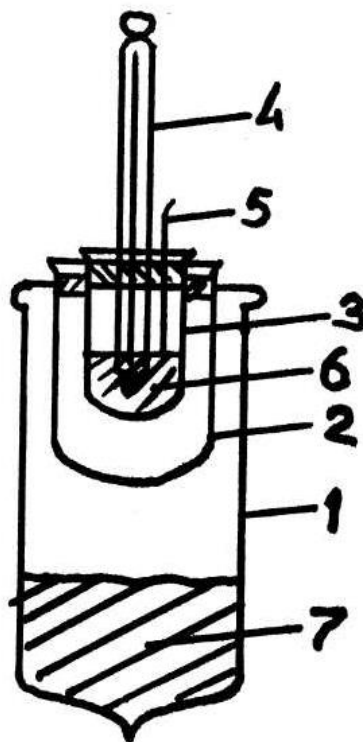
1. Issiq bardosh kolba.
2. Termometr ($-100 \div +100$)°C.
3. Zanglamaydigan va eritma bilan reaksiyaga kirishmaydigan metall aralashtirgich.
4. Suyuq azot va suyuq azot solish uchun moslangan kichik d'yuar idishi.
5. Analitik tarozi.
6. Kalka kog'ozi.
7. Distillangan suv.
8. KCl, NaCl.

Laboratoriya qurilmasining tavsifi

Fizik-kimyoviy tizimlardagi fazalarning eruvchanligini o'rganishda vizual-politermik usuli qo'llanilgan. Vizual-politermik usul bir tekis sovutishda birinchi kristallarni paydo bo'lish yoki sekin isitib va uzluksiz eritmalarini aralashtirish vaqtida oxirgi kristallar yo'qolish haroratini ko'z bilan kuzatishga asoslangan. Eruvchanlikni aniqlaydigan qurilma (2.1-rasm) tiqin bilan yopilgan probirkadan iborat bo'lib, uning ichida aralashtirgich joylashtirilgan, hamda 0,1°C darajali termometr bilan ta'minlangan.

Probirkaning bir tekis sovushi va isishi uchun uni tashqi probirka-g'ilofga tushirib qo'yiladi. Bu probirka-g'ilofi sovuq yoki issiq aralashmasida joylashgan bo'ladi. Sovutish suyuq azot yoki quruq muz solingan D'yuar idishlarida o'tkaziladi. Birinchi natijalar sifatida vizual-politermik usul eruvchanlik egri chiziqlarini beradi, ularning majmuasidan esa tugun nuqtalar aniqlanadi.

Komponentlarning aralashmasi tarkibini muntazam o'zgartirib borib, tizimning politermik ichki kesimlari olinadi, ularning tabiati va yo'nalishi shu tizimning o'ziga xos xususiyatiga bog'liqdir. Politermik ichki kesimlar va binarli tizimlardan olingan ma'lumotlar asosida tekshirilayotgan tizimning eruvchanlik diagrammasi quriladi. Unda tugun nuqtalarning holati kristallanishning egri chizig'i yo'nalishini belgilaydi.



2.1-rasm. Fazalar eruvchanligini aniqlash uchun
qo'llaniladigan laboratoriya qurilmasi.

O'zaro kristallangan uchta egri chiziqlarning kesishgan nuqtasi uchlik nuqtasi hisoblanadi. Eruvchanlik izotermalariga javob beruvchi tarkib nuqtalarini politermik kesimlarning interpolyatsiya ma'lumotlari orqali topiladi. O'rganilayotgan tizimlarning eruvchanlik politermik diagrammalarini to'g'ri burchakli uchburchakka quriladi, undagi eritmalar konsentratsiyalari massali foizda ifodalanadi. a gr. miqdordagi erituvchiga 1 yoki 4 gr eritmadagi qo'shiladigan namuna quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\text{qo'shiladigan namuna gr.} = \frac{a \cdot x\%}{100 - x\%};$$

Bu yerda: a – erituvchi og'irligi;

$x\%$ - tizimdagi umumiy eritmadagi noma'lum foizli tarkib;

Quyida 4 gr erituvchiga qo'shiladigan namuna miqdori 1.1-jadvalda keltirilgan.

Probirkada bo'lgan, aniq konsentratsiyaga ega bo'lgan boshlang'ich eritmaga kristallanish xarorati aniqlangandan so'ng boshqa tuzning namunasi qo'shiladi va muvozanat harorati aniqlanadi.

Ma'lum konsentratsiyali biror tuz eritmasiga boshqa tuz eritmasini qo'shish talab etiladigan kesmalarda kapelnitsadan foydalaniladi. Shunda namunaning miqdori «tomchilash» usuli, ya'ni og'irliklar farqi orqali aniqlanadi.

1.1-jadval

4 gramm eritmaga qo'shiladigan namuna miqdori

% oshishi	Qo'shiladigan tuzning umumiy miqdori, g	Namuna % oshishi bo'yicha mikdori	% oshishi	Qo'shiladigan tuzning umumiy miqdori, g
1	0,0404	0,0404	21	1,0632
2	0,0816	0,0412	22	1,1280
2,5	0,1024	0,0208	22,5	1,1612
3	0,1236	0,0212	23	1,1948
4	0,1660	0,0430	24	1,2632
5	0,2104	0,0438	25	1,3332
6	0,2552	0,0448	26	1,4052
7	0,3012	0,0480	27	1,4796
7,5	0,3244	0,0232	27,5	1,5172
8	0,3480	0,0236	28	1,5556
9	0,3956	0,0476	29	1,6336
10	0,4444	0,0488	30	1,7144
11	0,4944	0,0500	31	1,7971
12	0,5456	0,0512	32	1,8824
12,5	0,5712	0,0256	32,5	1,9260
13	0,5976	0,0264	33	1,9701
14	0,6512	0,0536	34	2,0606
15	0,7060	0,0548	35	2,1540
16	0,7620	0,0560	36	2,2500
17	0,8192	0,0572	37	2,3492
17,5	0,8484	0,0292	37,5	2,4000
18	0,8780	0,0296	38	2,4516
19	0,9384	0,0604	39	2,5574
20	1,0000	0,0616	40	2,6668

Muvozanat quyidagilar xosil bulishi tufayli tez o'rnatilishi aniqlandi, bu doimiy sovutish va uzluksiz aralashtirishda juda kichik kristallarni hosil bo'lishida va bu kristallar muvozanat yoki harorat o'zgarishiga juda sezgir bo'ladi, natijada bitta nuqtani aniqlash metastobil muvozanat hosil qilmaydigan tuzlar uchun 20-30 minutni tashkil qiladi.

Shuning uchun bu usulni qo'llash, izotermik usulda tekshirishga nisbatan 10-15 barobar vaqt tejashga imkon beradi. SHunday qilib, eritma konsentratsiyasiga mos kelgan, olingan harorat nuqtalari, millimetrovka kog'oziga tushuriladi va «tarkib–xarorat» eruvchanlik grafigi xosil qilinadi.

Birinchi kristallarni ajralishini aniqlashda odatda eritmaning o'ta sovutilishi kuzatiladi. SHuning uchun qizdirish vaqtida oxirgi kristalllarning hammasining yo'qolishiga yo'l qo'ymaslik kerak; ikkinchi qayta sekin sovutishda qolgan kristallar tomizgi sifatida o'ta sovushiga to'sqinlik qiladi, ya'ni yangi kristallarni hosil bo'lishi o'z vaqtida va aniq bo'lib o'tadi.

Nazorat savollari.

1. Sistema deb nimaga aytiladi?
2. Sistemalarning fizik-kimyoviy taxlili xaqida tushuncha.
3. Muvozanat xolati deb nimaga aytiladi?
4. Qaysi xolatda sistemani tashkil etuvchi komponent va fazalarning xarorati, bosimi va kimyoviy potentsiali teng bo'ladi?
5. Eritma tarkibida yangi moddalar xosil bo'lishi qaysi omillarga bog'liq bo'ladi?

3-LABORATORIYA ISHI.

Ikki komponentli sistemalar eruvchanligini izotermik usulda o'rganish ($\text{NaNO}_3\text{-H}_2\text{O}$, $\text{NaNO}_2\text{-H}_2\text{O}$).

Ishdan maqsad: ikki komponentli eritmalar ($\text{KCl-H}_2\text{O}$, $\text{NaNO}_3\text{-H}_2\text{O}$, $\text{NaNO}_2\text{-H}_2\text{O}$) eruvchanligini o'rganishda izotermik usuldan foydalanish va bu usul orqali izotermik hisoblarni amalga oshirishni o'rganish.

Tajriba o'tkazish uchun kerakli buyumlar, jihozlar va reaktivlar.

1. Issiq bardosh kolba.
2. Termometr ($-100 \div +100$)°C.
3. Zanglamaydigan va eritma bilan reaksiyaga kirishmaydigan metall aralashtirgich yoki magnitli meshalka.

5. Analitik tarozi.
6. Kalka kog'ozi.
7. Distillangan suv.
8. Glitserinli yoki suv hammomi
9. KCl, NaNO₃, NaNO₂.

Ishni bajarish tartibi

Tajribani bajarish uchun avval KCl-H₂O, NaNO₃-H₂O va NaNO₂-H₂O sistemalarining fazoviy diagrammasini berilgan 2.1-, 2.2- jadvallar asosida chizib olish zarur.

Diagrammalarni chizib olingandan so'ng 25% li KCl (46% li NaNO₃, 50%li NaNO₂) M eritmasini tayyorlash uchun kerak bo'ladigan suv va tuzni analitik tarozida tortib olinadi (2 ta tajribani bajarish uchun).

1) M eritmani 100°C da to'yingincha bug'latiladi va bug'langan suv miqdorini Qolgan eritmani tortish orqali aniqlanadi, diagrammadan Qolgan eritma tarkibi aniqlanadi.

2) To'yingan eritmani 100° dan 10°C gacha sovitib diagrammadan eritma tarkibini aniqlash orqali ajralib chiqqan kristallarni miqdorini hisoblanadi. Hosil bo'lgan kristallarni ajratib quritib hisobga to'ri kelishi tekshiriladi.

2.1-jadval

NaNO₃-H₂O sistema eruvchanligi haqidagi ma'lumotlar.

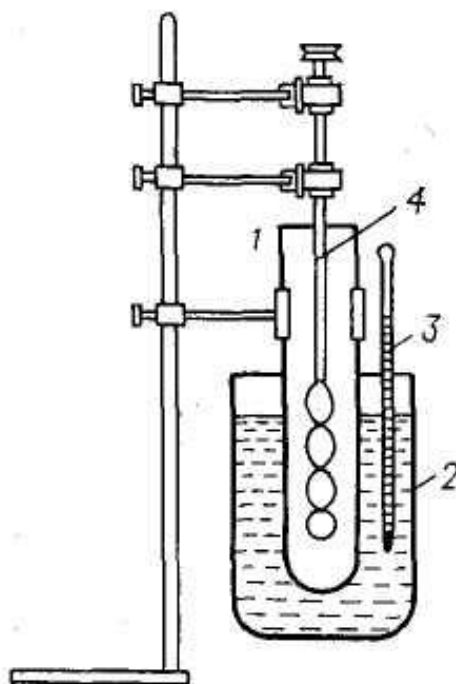
T/r	Temperatura, °C	Eritma konsentratsiyasi	
		100 gr suvda eriy oladigan NaNO ₃ miqdori, gramda	100 gr eritmada erigan NaNO ₃ miqdori, % da
1	0	0	0
2	-10	29,87	23,00
3	-17,4	61,81	38,20
4	0	72,70	42,10
5	10	79,90	44,41
6	20	87,60	46,70
7	25	91,60	47,81
8	30	96,10	49,00
9	40	104,90	51,20
10	50	114,10	53,30
11	60	124,70	55,50
12	80	149,00	59,84
13	100	176,00	63,77

2.2-jadval

NaNO₂-H₂O sistema eruvchanligi haqidagi ma'lumotlar.

T/r	Temperatura, °C	Eritma konsentratsiyasi	
		100 gr suvda eriy oladigan NaNO ₂ miqdori, gramda	100 gr eritmada erigan NaNO ₂ miqdori, % da
1	0	0	0
2	-5	11,12	10,00
3	-10	23,11	18,77
4	-20	35,76	26,34
5	-10	47,34	32,13
6	-5	59,31	37,23
7	0	71,40	41,66
8	20	82,90	45,33
9	40	95,70	48,90
10	60	112,30	52,90
11	80	135,50	57,54
12	100	160,00	61,53

Tajriba o'tkazish uchun hajmi 150–250 ml bo'lgan, ichiga aralashtirgich (4) o'rnatilgan probirkadan (1), isitish uchun glitserenli va sovutish uchun suv hammomi (2), termometrdan (3) foydalaniladi (3.1-rasm.).



3.1-rasm. Ikki komponentli sistemalar izotermik usulda o'rganish qurilmasi.

1-probirka, 2-glitserinli yoki suv hammomi, 3-termometr, 4-aralashtirgich.

Bug'latib to'yintirilgan so'ngra sovutilgan eritmani cho'kmadan filtrlash voronkasi orqali ajratib olinadi. Buning uchun probirkadan aralashtirgichni chiqarib olib, tezlikda probirka ichidagi aralashmani voronkaga o'tkaziladi. Probirkani 5–10 ml spirt bilan yuvib tushiriladi. Filtrlangan cho'kmani suv bilan yuvilmaydi, chunki tuz kristallari suvda erib ketishi mumkin.

Ho'l cho'kma bilan eritmaning ayirmasidan cho'kmadagi tuz miqdori aniklanadi. Yoki cho'kmani spirt bilan yuvilib, quritish orqali tuzlarning absolyut miqdori aniqlanadi.

Nazorat savollari.

1. Izoterma deganda nimani tushunasiz?
2. Qanday eritmalar to'yingan eritma hisoblanadi?
3. Muvozanat xolati deb nimaga aytiladi?
4. Izotermik bug'latish va sovitish jarayonini tushuntiring?

4-LABORATORIYA ISHI.

Uch komponentli sistemalarni politermik usulda o'rganish (KCl - NaCl - H₂O).

Ishdan maqsad: Tajriba natijalari asosida fazoviy diagramma va KCl - NaCl - H₂O sistemalarida haroratning va konsentratsiyaning o'zgarishi bilan qanday o'zgarishlar bo'lganini yoki bo'lishi mumkinligini aniqlash, ya'ni eritma tarkibida yangi moddalar hosil bo'lishi, yoki hosil bo'lmasligi, hosil bo'lsa bu moddalarning hosil bo'lish muhiti, hosil bo'lish konsentratsiyalari va hosil bo'lish haroratlarini aniqlash.

Nazariy qism

Fizik-kimyoviy tahlilning vazifasi kimyoviy muvozanatdagi sistemaning o'zgarishini fizik va geometrik usullar bilan o'rganishdan iboratdir. Sistema o'zaro ta'sir etish imkoniyatiga ega bo'lgan moddalar majmuasidir. Sistema holatini uning xossalari majmuasi bilan aniqlash mumkin. Sistemaning termodinamik xossasi harorat, hajm, bosim va konsentratsiya bilan xarakterlanadi.

Sistemalarning fizik-kimyoviy tahlili suyuqlanish, eruvchanlik va mikrotuzilishlarni o'rganishga asoslangan. Uch va undan ortiq komponentli sistemalar eruvchanlik diagrammasi komponentlardan biri ikkinchisini eruvchanligini kamaytirishi va yoki kupaytirishi mumkin bo'lgan jarayonlarni o'z ichiga oladi.

Barcha komponentlarni o'zaro ta'sirida bo'lgan sistemalar muvozanat holatiga intiladi. Muvozanat holatida sistemani tashkil etuvchi komponent va fazalarning xarorati, bosim va kimyoviy potentsiali teng bo'ladi. Sistema muvozanat holatida qancha uzoq bo'lsa jarayon shuncha tezlik bilan ketadi. SHuning uchun texnologik muammolarni yechishda sistemaning muvozanat sharoitlarini bilish muhim ahamiyat kasb etadi.

Sistemaning tarkibi, holati va xossasi o'rtasidagi bog'lanish fizik-kimyoviy diagrammalarda yaqqol namoyon bo'ladi.

Qattiq fazani suyuqlanish va qotishini ko'rsatuvchi xolat diagrammalar suyuqlanish diagrammasi deyiladi.

Eritma ikkala qattiq faza bilan to'yingan bo'lsa, diagrammaning bu egri chiziqlarining kesishgan nuqtalariga evtektik nuqtalar deyiladi.

Tajriba o'tkazish uchun kerakli buyumlar, jihozlar va reaktivlar.

1. Issiq bardosh kolba.
2. Termometr ($-100 \div +100$) °C.
3. Zanglamaydigan va eritma bilan reaksiyaga kirishmaydigan metall aralashtirgich.
4. Suyuq azot va suyuq azot solish uchun moslangan kichik d'yuar idishi.
5. Analitik tarozi.
6. Kalka kog'ozi.
7. Distillangan suv.
8. KCl, NaCl.

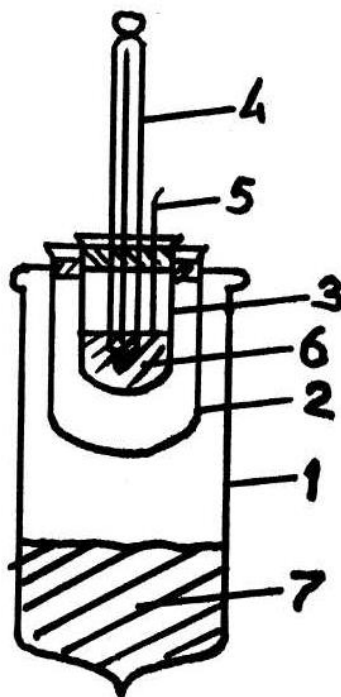
Laboratoriya qurilmasining tavsifi

Fizik-kimyoviy tizimlardagi fazalarning eruvchanligini o'rganishda vizual-politermik usuli qo'llanilgan. Vizual-politermik usul bir tekis sovutishda birinchi kristallarni paydo bo'lish yoki sekin isitib va uzluksiz eritmalarini aralashtirish vaqtida

oxirgi kristallar yo'qolish haroratini ko'z bilan kuzatishga asoslangan. Eruvchanlikni aniqlaydigan qurilma (4.1-rasm) tiqin bilan yopilgan probirkadan iborat bo'lib, uning ichida aralashtirgich joylashtirilgan, hamda $0,1^{\circ}\text{C}$ darajali termometr bilan ta'minlangan.

Probirkaning bir tekis sovushi va isishi uchun uni tashqi probirka-g'ilofga tushirib qo'yiladi. Bu probirka-g'ilofi sovuq yoki issiq aralashmasida joylashgan bo'ladi. Sovutish suyuq azot yoki quruq muz solingan Dyuar idishlarida o'tkaziladi. Birinchi natijalar sifatida vizual-politermik usul eruvchanlik egri chiziqlarini beradi, ularning majmuasidan esa tugun nuqtalar aniqlanadi.

Komponentlarning aralashmasi tarkibini muntazam o'zgartirib borib, tizimning politermik ichki kesimlari olinadi, ularning tabiati va yo'nalishi shu tizimning o'ziga xos xususiyatiga bog'liqdir. Politermik ichki kesimlar va binarli tizimlardan olingan ma'lumotlar asosida tekshirilayotgan tizimning eruvchanlik diagrammasi quriladi. Unda tugun nuqtalarning holati kristallanishning egri chizig'i yo'nalishini belgilaydi.



4.1-rasm. Fazalar eruvchanligini aniqlash uchun qo'llaniladigan laboratoriya qurilmasi.

O'zaro kristallangan uchta egri chiziqlarning kesishgan nuqtasi uchlik nuqtasi hisoblanadi. Eruvchanlik izotermalariga javob beruvchi tarkib nuqtalarini politermik kesimlarning interpolyatsiya ma'lumotlari orqali topiladi. O'rganilayotgan tizimlarning

eruvchanlik politermik diagrammalarini to'g'ri burchakli uchburchakka quriladi, undagi eritmalar kontsentratsiyalari massali foizda ifodalanadi. a gr. miqdordagi erituvchiga 1 yoki 4 gr eritmada qo'shiladigan namuna quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\text{qo'shiladigan namuna gr.} = \frac{a \cdot x\%}{100 - x\%};$$

Bu yerda: a – erituvchi og'irligi;

x% - tizimdagi umumiy eritmada noma'lum foizli tarkib;

Quyida 4 gr erituvchiga qo'shiladigan namuna miqdori 3.1-jadvalda keltirilgan.

Probirkada bo'lgan, aniq kontsentratsiyaga ega bo'lgan boshlang'ich eritmaga kristallanish xarorati aniqlangandan so'ng boshqa tuzning namunasi qo'shiladi va muvozanat harorati aniqlanadi.

3.1-jadval

4 gramm eritmaga qo'shiladigan namuna miqdori

% oshishi	Qo'shiladigan tuzning umumiy miqdori, g	Namuna % oshishi bo'yicha miqdori	% oshishi	Qo'shiladigan tuzning umumiy miqdori, g
1	0,0404	0,0404	21	1,0632
2	0,0816	0,0412	22	1,1280
2,5	0,1024	0,0208	22,5	1,1612
3	0,1236	0,0212	23	1,1948
4	0,1660	0,0430	24	1,2632
5	0,2104	0,0438	25	1,3332
6	0,2552	0,0448	26	1,4052
7	0,3012	0,0480	27	1,4796
7,5	0,3244	0,0232	27,5	1,5172
8	0,3480	0,0236	28	1,5556
9	0,3956	0,0476	29	1,6336
10	0,4444	0,0488	30	1,7144
11	0,4944	0,0500	31	1,7971
12	0,5456	0,0512	32	1,8824
12,5	0,5712	0,0256	32,5	1,9260
13	0,5976	0,0264	33	1,9701
14	0,6512	0,0536	34	2,0606
15	0,7060	0,0548	35	2,1540
16	0,7620	0,0560	36	2,2500
17	0,8192	0,0572	37	2,3492
17,5	0,8484	0,0292	37,5	2,4000
18	0,8780	0,0296	38	2,4516
19	0,9384	0,0604	39	2,5574
20	1,0000	0,0616	40	2,6668

Ma'lum konsentratsiyali biror tuz eritmasiga boshqa tuz eritmasini qo'shish talab etiladigan kesmalarda kapelnitsadan foydalaniladi. SHunda namunaning miqdori «tomchilash» usuli, ya'ni og'irliklar farqi orqali aniqlanadi.

Muvozanat quyidagilar xosil bulishi tufayli tez o'rnatilishi aniqlandi, bu doimiy sovutish va uzluksiz aralashtirishda juda kichik kristallarni hosil bo'lishida va bu kristallar muvozanat yoki harorat o'zgarishiga juda sezgir bo'ladi, natijada bitta nuqtani aniqlash metastabil muvozanat hosil qilmaydigan tuzlar uchun 20-30 minutni tashkil qiladi.

Shuning uchun bu usulni qo'llash, izotermik usulda tekshirishga nisbatan 10-15 barobar vaqt tejashga imkon beradi. SHunday qilib, eritma konsentratsiyasiga mos kelgan, olingan harorat nuqtalari, millimetrovka kog'oziga tushuriladi va «tarkib–xarorat» eruvchanlik grafigi xosil qilinadi.

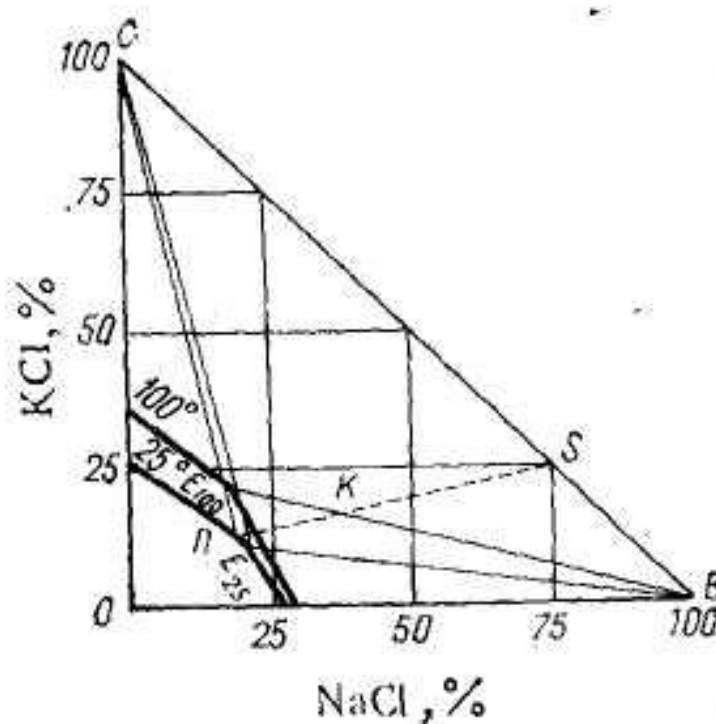
Birinchi kristallarni ajralishini aniqlashda odatda eritmaning o'ta sovutilishi kuzatiladi. SHuning uchun qizdirish vaqtida oxirgi kristalllarning hammasining yo'qolishiga yo'l qo'ymaslik kerak; ikkinchi qayta sekin sovutishda qolgan kristallar tomizgi sifatida o'ta sovushiga to'sqinlik qiladi, ya'ni yangi kristallarni hosil bo'lishi o'z vaqtida va aniq bo'lib o'tadi.

Uch komponentli sistemalar eruvchanligini izotermik usulda o'rganish (KCl - NaCl - H₂O).

Ishdan maqsad: Uch komponentli KCl-NaCl-H₂O sistemasining izotermasini o'rganish va bu orqali kaliy xloridi va natriy xloridi hamda kaliy sulfat va kalsiy sulfat aralashmalarini amaliy qayta ishlash jarayonini ko'rib chiqish.

Nazariy ma'lumotlar

Silvinitdan kaliy xloridi olishda kaliy xloridi va natriy xloridining turli xaroratlarda eruvchanliklari turlichaligiga asoslaniladi. NaCl va KCl ning turli xaroratlardagi suvda eruvchanliklariga asoslangan diagrammaga (4.1-rasm va 4.1-jadval) ko'ra KCl ning eruvchanligi harorat ortishi bilan ortib boradi, NaCl ning eruvchanligi esa harorat ortishi bilan deyarli o'zgarmaydi.



4.1-rasm. KCl-NaCl-H₂O sistemasining eruvchanlik izotermasi.

4.1-jadval

KCl-NaCl-H₂O sistema eruvchanligi haqidagi ma'lumotlar.

Harorat, °C	Qattiq faza	Eritma konsentratsiyasi			
		100 gr suvda eriy oladigan tuz grammlari		100 gr eritmadagi tuz grammlari	
		KCl	NaCl	KCl	NaCl
0	KCl	28,00	—	21,86	—
	NaCl	—	34,95	—	25,90
	KCl+NaCl	10,50	31,53	7,40	22,20
25	KCl	35,85	—	26,39	—
	NaCl	—	35,65	—	26,28
	KCl+NaCl	16,28	29,98	11,13	20,50
50	KCl	43,16	—	30,15	—
	NaCl	—	36,50	—	26,74
	KCl+NaCl	22,03	29,09	14,58	19,25
75	KCl	49,70	—	33,20	—
	NaCl	—	37,75	—	27,40
	KCl+NaCl	29,06	27,87	18,52	17,76
100	KCl	56,00	—	35,90	—
	NaCl	—	39,41	—	28,27
	KCl+NaCl	35,42	27,44	21,75	16,85

Shuning uchun bu tuzlar aralashmasidan KCl ni ajratib olish uchun ular aralashmasini yuqori haroratda eritiladi, so'ngra sovutilgach KCl kristallga tushadi. Erituvchi sifatida NaCl ga to'yingan va KCl ga to'yinmagan qaynoq eritmadan foydalaniladi. Natijada silvinit tarkibidagi KCl eritmaga o'tadi, NaCl cho'kmaga tushadi. Eritma sovutilgach KCl ajratib olinadi. Navbatdagi eritmaları qizdirish natijasida eritma yana KCl ga nisbatan to'yinmagan holatda bo'ladi va xokazo.

Shunday qilib, silvinit rudalaridan KCl olish jarayoni quyidagi asosiy ketma-ketliklardan iboratdir:

1. Maydalangan silvinitni KCl kristalizatsiyasidan qolgan qaynoq eritma bilan ishlash.
2. Qaynoq namakobni cho'kma (NaCl) dan ajratish.
3. Namakobni sovutib KCl ni kristallantirish.
4. KCl kristallarini eritmadan ajratish va quritish.
5. Qolgan eritmani isitish va yangi tsiklga qaytarish.

Zarur bo'lgan operatsiyalar siklini nazariy va eksperimental yo'l bilan aniqlanadi. Nazariy jihatdan hisoblash orqali zarur bo'lgan unumli sikl aniqlanib, so'ngra tajribada tekshiriladi.

Siklni hisoblash quyidagicha amalga oshiriladi.

Bizga boshlang'ich eritma sifatida harorati 100°C bo'lgan NaCl va KCl aralashmasi berilgan bo'lib, bu aralashmadagi KCl ning miqdori 25% ni tashkil etsin (rasm 1). Ushbu eritmani 100°C dan 25°C gacha sovutilganda qanday miqdorda KCl ni ajratib olish mumkin va bu aralashmani qayta tiklash uchun qanday miqdorda silvinit kerakligini aniqlaymiz.

Hisobni 100 kg evtonik eritmaga yoki 100 kg boshlang'ich aralashmaga nisbatan olib boramiz.

Evtonik eritma tarkibiga E ko'ra 100°C da 100 gr eritmada 16,85 kg NaCl va 21,75 kg KCl 61,4 kg H₂O bor. Eritmani 25°C gacha sovutilsa KCl ni ajratib olsa bo'ladi. Sovutilgandan so'ng qoldiq eritma tarkibi n nuqtasiga to'g'ri kelib 11,13 % KCl, 20,5% NaCl va 68,37% H₂O dan iborat. Bunda NaCl miqdori o'zgarmas bo'lib qolaveradi. n

nuqtasidagi eritma miqdorini NaCl orqali aniqlanadi. 100°C dagi to'yingan eritmada ma'lum bir miqdordagi suvni bug'latib so'ngra 25°C gacha sovitish orqali 25°C dagi to'yingan eritmani olish va eritmada KCl ni ajratib olish mumkin.

Boshlang'ich eritmada va qoldiq eritmada tarkibi orqali qoldiq eritma va kristallga tushgan KCl miqdorini aniqlaymiz.

100 kg E eritmada 16,85kg NaCl + 21,75 kg KCl + 61,40 kg H₂O bor. 100 kg dastlabki eritma n tarkibigacha sovutlgandan so'ng 16,85kg NaCl + Xkg KCl+ Ykg H₂O qoldi.

Shunday qilib, sovutilgandan sung n eritma tarkibida:

$$X = 16,85 \frac{11,13}{20,50} = 9,15 \text{ kg KCl}$$

$$Y = 16,85 \frac{68,37}{20,50} = 56,20 \text{ kg H}_2\text{O bo'ladi.}$$

Bug'latilgan suv miqdori 61,4-56,20=5,20 kg.

Qattiq fazaga o'tgan KCl miqdori 21,75-9,15=12,60 kg.

Qolgan eritma miqdori

$$16,85\text{kg NaCl} + 9,15\text{kg KCl} + 56,20\text{kg H}_2\text{O} = 82,20\text{kg.}$$

Siklni qayta tiklash uchun qoldiq eritmaga 5,20 kg suv qo'shib yuqori haroratda isitilib shunday mikdorda KCl bor silvinitni unda eritish kerak. Buning uchun eritmani 100°C gacha isitiladi. Dastlab KCl ga to'yinmagan qaynoq eritma tarkibi uning silvinit bilan ta'sirida n-S chiziq bo'ylab o'zgaradi, so'ngra NaCl bilan to'yingan eritma chizig'i bo'ylab yo'naladi. Eritma bilan ishlov berilayotgan tarkibida 25% KCl bo'lgan silvinit mikdori:

$$\frac{12,60}{25} \cdot 100 = 50,40 \text{ kg}$$

Evtonik nuqtaga yetgach silvinitdan eritmaga 12,60 kg KCl o'tadi, cho'kmada NaCl qoladi:

$$50,40 - 12,60 = 37,80 \text{ kg.}$$

Regeneratsiyalangan eritma mikdori:

$$82,20 + 5,20 + 12,60 = 100 \text{ g.}$$

Shunday qilib, sikl ortga qaytarildi. KCl ni to'liq eritish uchun va bunda evtonik eritma E_{100} ni hosil qilish uchun silvinitga n:S nisbati SK:Kn kesmalar nisbatiga teng bo'lgan n tarkibli qoldiq namakob bilan ishlov berish kerakdir. 100 kg boshlang'ich tuzlar aralashmasini qayta ishlash uchun kerak bo'lgan evtonik eritma miqdori:

$$\frac{100}{50,40} \cdot 100 = 198,41 \text{ kg}$$

Bu xolda siklni xarakterlovchi boshqa kattaliklar xam o'zgaradi, lekin ishlov natijasida $198,41 \cdot 12,60 / 100 = 25 \text{ kg KCl}$ va $198,41 \cdot 37,80 / 100 = 75 \text{ kg NaCl}$ ajratib olinadi.

Tajriba o'tkazish uchun kerakli buyumlar, jihozlar va reaktivlar.

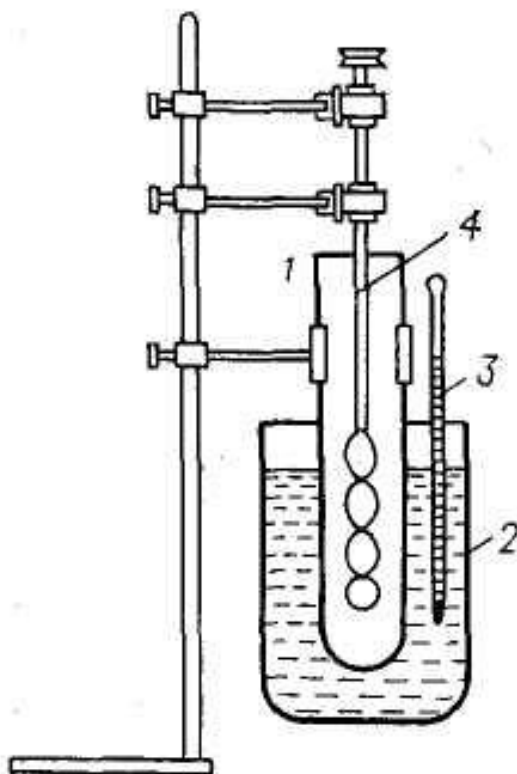
1. Probirka.
2. Glitserinli hammom.
3. Termometr.
4. Aralashtirgich.
5. Silvinit.
6. Filtr.
7. Etil spirti.
8. 500 ml li o'lchov kolbasi.
9. 100 ml li o'lchov kolbasi.
10. Distillangan suv.
11. KCl, NaCl

Ishni bajarish tartibi

Quruq tuzlar aralashmalarini ajratib olish uchun dastlab berilgan xaroratda evtonik eritma tayorlanadi, so'ngra undan sovutish orqali E_{100} -n chizig'i (4.2-rasm1) bo'yicha KCl ajratib olinadi. Qoldiq eritmani yana qizdirilib yangi tuz aralashmalarini eritish uchun ishlatiladi.

Boshlang'ich evtonik eritmani hosil qilishga silvinitni qaynoq suvda to'liq eritmay turib yoki qaynoq qoldiq eritmada eritish orqali erishiladi.

Tajriba o'tkazish uchun hajmi 150–250 ml bo'lgan, ichiga aralashtirgich (4) o'rnatilgan probirkadan (1), isitish uchun glitserenli va sovutish uchun suv hammomi (2), termometrdan (3) foydalaniladi (4.2-rasm).



4.2-rasm Silvinitdan KCl olish qurilmasi.

1-probirkka, 2-glitserinli hammom, 3-termometr, 4-aralashtirgich.

Qaynoq eritmani cho'kmadan qaynoq filtrlash voronkasi orqali ajratib olinadi. Buning uchun probirkadan aralashtirgichni chiqarib olib, tezlikda probirka ichidagi aralashmani oldindan isitilgan voronkaga o'tkaziladi. Probirkani 5–10 ml spirt bilan yuvib tushiriladi. Filtrlangan cho'kmani yuvilmaydi, chunki KCl va NaCl suvda erib ketishi mumkin.

Ho'l cho'kma bilan eritmaning ayirmasidan cho'kmadagi tuz miqdori aniqlanadi. Yoki cho'kmani spirt bilan yuvilib, quritish orqali tuzlarning absolyut miqdori aniqlanadi.

Silvinitni siklik ajratib olish uchun probirkaga (1) (4.2-rasm) 82,20 g 11,13 % KCl, 20,5% NaCl va 68,37% H₂O dan iborat eritma va 5,20 gr suv solinadi.

Probirkani glitserinli isitgichga o'rnatilib, eritmani 100°C gacha isitiladi.

Tarkibida 25% KCl va 75% NaCl bo'lgan 50,40 gr silvinitni yoki su'niy tayyorlangan istalgan tarkibdagi tuzlar aralashmasidan 50,40 gr tortib olinadi.

Eritmadagi harorat 100°C yetgach, probirkaga o'lchangan silvinitni (yoki sun'iy tayyorlangan tuz aralashmasini) solinib, aralashtirib turiladi.

Tuzning erish jarayoni 1-1,5 soat davom etadi. Vaqt tugagach probirkadagi massani qaynoq filtrlash uchun mo'ljallangan voronka ustidagi filtrga olinadi. Filtratni oldindan o'lchangan stakan yoki probirkaga yig'iladi. So'ngra eritmali stakan yoki probirkani va nam cho'kmali voronkani o'lchov tarozisida tortiladi. Olingan eritmani 25°C gacha sovitish orqali 25°C dagi to'yingan eritmani olinadi va eritmadan KCl ni filtrlab ajratib olib eritma va cho'kmadan byuksga namuna olib KCl ga analiz qilinadi.

Nazorat savollari.

1. Sistema deb nimaga aytiladi?
2. Sistemalarning fizik-kimyoviy taxlili xaqida tushuncha.
3. Muvozanat xolati deb nimaga aytiladi?
4. Qaysi xolatda sistemani tashkil etuvchi komponent va fazalarning xarorati, bosimi va kimyoviy potentsiali teng bo'ladi?
5. Eritma tarkibida yangi moddalar xosil bo'lishi qaysi omillarga bog'liq bo'ladi?
6. Uchlik sistemalarni diagrammasi qanday usullarda ifodalanadi?

5-LABORATORIYA ISHI.

Bir xil ionli to'rt komponentli sistemalar eruvchanligini izotermik usulda o'rganish ($\text{KCl} - \text{NaCl} - \text{MgCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$).

Ishdan maqsad: bir xil ionli to'rt komponentli eritmalar ($\text{KCl} - \text{NaCl} - \text{MgCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$) eruvchanligini o'rganishda izotermik usuldan foydalanish va bu usul orqali bir xil ionli to'rt komponentli sistemalarni eruvchanligini o'rganish.

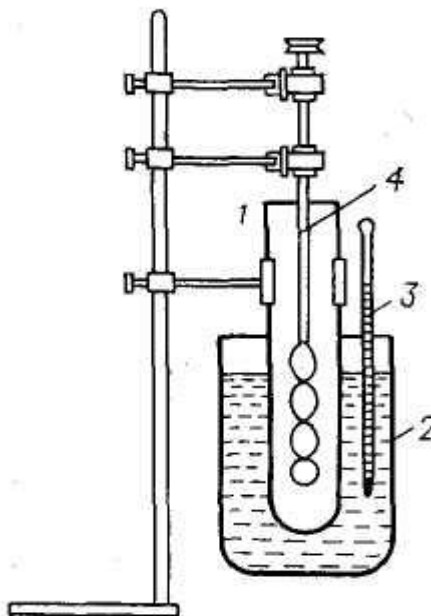
Tajriba o'tkazish uchun kerakli buyumlar, jihozlar va reaktivlar.

1. Probirka.
2. Glitserinli hammom.
3. Termometr.

4. Aralashtirgich.
5. KCl, NaCl, MgCl₂.
6. Filtr.
7. Etil spirti.
8. 500 ml li o'lchov kolbasi.
9. 100 ml li o'lchov kolbasi.
10. Distillangan suv.

Ishni bajarish tartibi

Tajriba o'tkazish uchun hajmi 150–250 ml bo'lgan, ichiga aralashtirgich (4) o'rnatilgan probirkadan (1), isitish uchun glitserenli va sovutish uchun suv hammomi (2), termometrdan (3) foydalaniladi (5.1-rasm). Tajriba 25°C haroratda olib boriladi. Tajribani bajarish uchun analitik torozida KCl, NaCl, MgCl₂ tor 50 gr dan tortib olib 100 gr distillangan suvga 25°C haroratni nazorat qilib turgan holda har bir tuzdan 1 gr dan solib to suv tuzlarga nisbatan to'yinguncha amalga oshiriladi.



5.1-rasm Bir xil ionli to'rt komponentli sistemalar eruvchanligini izotermik usulda o'rganish. 1-probirka, 2-glitserinli hammom, 3-termometr, 4-aralashtirgich.

To'yingan eritmani cho'kmadan filtrlash voronkasi orqali ajratib olinadi. Buning uchun probirkadan aralashtirgichni chiqarib olib, probirka ichidagi aralashmani filtrlash

voronkasiga o'tkaziladi. Probirkani 5–10 ml spirt bilan yuvib tushiriladi. Filtrlangan cho'kmani yuvilmaydi, chunki KCl, NaCl, MgCl₂ suvda erib ketishi mumkin.

Ho'l cho'kma bilan eritmaning ayirmasidan cho'kmadagi tuz miqdori aniqlanadi. Yoki cho'kmani spirt bilan yuvilib, quritish orqali tuzlarning absolyut miqdori aniqlanadi.

Probirkani suvli isitgichga o'rnatilib, eritmani 25°C haroratda ushlab turiladi.

Eritmadagi harorat 25°C yetgach qattiq fazaga tushgan cho'kmani filtrlab ajratib olinadi. Cho'kma ajratilgandan so'ng, eritma zichligi va qovushqoqligi tekshiriladi. Cho'kma tarkibidagi K₂O, Na₂O, MgO va Cl⁻, miqdorlari aniqlanadi va dastlabki olingan tuzlarning eritmaga o'tgan miqdori topiladi hamda eritmaning konsentratsiyasi aniqlanadi.

Nazorat savollari.

1. To'rt komponentli sistemadagi maksimal fazalar soni qancha?
2. Oddiy to'rt komponentli sistemani qanday ifodalash mumkin?
3. Tetraedr yonlari qanday sistemalarni ifodalaydi?
4. Akslash markazi (qutbi) nima?

6-LABORATORIYA ISHI.

O'zaro almashinuvchi to'rt komponentli sistemalar eruvchanligini izotermik usulda o'rganish (KCl + NH₄NO₃ ↔ KNO₃ + NH₄Cl).

Ishdan maksad: Ikkita har hil ionli o'zaro almashinuvchi to'rt komponentli - KCl + NH₄NO₃ ↔ KNO₃ + NH₄Cl, KCl-NaNO₃=KNO₃+NaCl sistemasining izotermasini o'rganish va bu orqali kaliy nitrat olish jarayonini amaliy ko'rib chiqish.

Nazariy ma'lumotlar

Quyidagi sxema bo'yicha natriy nitrat va kaliy xloriddan kaliy nitratini olishning siklik jarayonini hisoblaymiz:

1. Qattiq natriy nitrat va kaliy xlorid suvda 100°C da eriydi va bir vaqtning o'zida NaCl kristallanadi.

2. NaCl kristallarini ajratib bo'lgandan so'ng, hosil bo'lgan to'yingan eritma 25°C gacha sovutiladi, bu holda KNO₃ qattiq fazaga tushadi.

3. KNO₃ kristallari mahsulot sifatida ajratib olinadi va qolgan to'yingan eritmani 100°C ga qadar qizdirib unga NaNO₃ va KCl ning yangi qismi qo'shiladi.

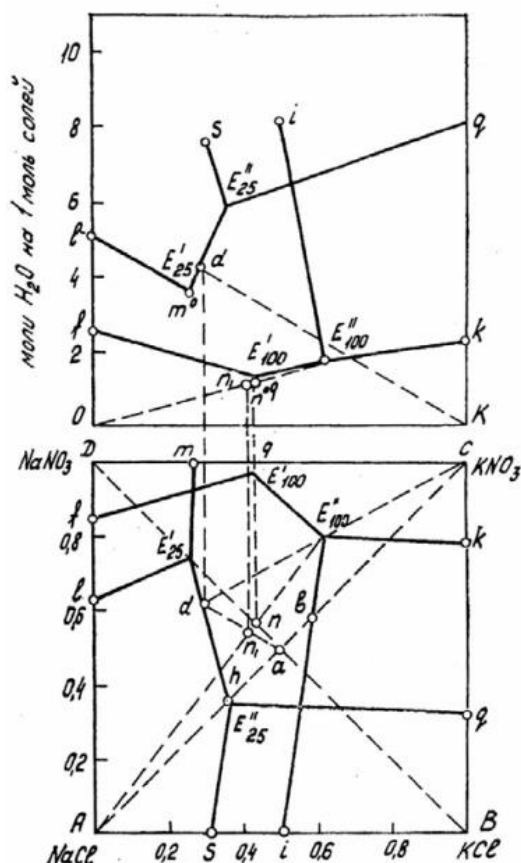
NaNO₃-KCl-H₂O tizimining fazaviy diagrammasi yordamida eritma tarkibidagi o'zgarishlarning sifat yo'nalishini bayon qilaylik (6.1-rasm). 6.1-rasmدا ushbu sistemadagi eruvchanlik diagrammasi 25°C va 100°C da tasvirlangan. Past haroratlarda KNO₃ kristallanish maydoni diagramma maydonining katta qismini egallaydi. Agar 100°C da NaNO₃ va KCl ning ekvimolekulyar aralashmasi eritmasi tayyorlansa, u holda kvadrat diagonallar kesishmasida yotadigan bunday eritmaning tuz massasi tarkibining figurativ nuqtasi NaCl kristallanish maydonida bo'ladi. 100°C da bu eritmada suv bug'langanda, eritma to'yinganish darajasiga erishilganda NaCl ning kristallashuvi boshlanadi va eritmaning tuz massasining tarkibi NaCl - ab chizig'i kristallanish chizig'i bo'ylab o'zgaradi. b nuqtada eritma KCl bilan ham to'yingan bo'ladi. Agar bu vaqda ajralgan NaCl kristallari ajratilsa va eritma 25°C gacha sovutilsa u holda b nuqta KNO₃ ning kristallanish sohasida bo'ladi va bu tuz soviganida cho'kmaga tushadi.

Bunday holda eritmaning tarkibi KNO₃ kristallanish nurlari - bh chizig'i bo'ylab o'zgaradi. a va b nuqtalari orasidagi masofa kichik bo'lganligi sababli, teng miqdordagi NaNO₃ va KCl miqdorini o'z ichiga olgan eritmani bug'langanda, faqat oz miqdordagi NaCl cho'kmaga tushadi. Shunga ko'ra, b eritmasini sovutganda KNO₃ unumdorligi past bo'ladi.

Chiqarilgan NaCl miqdorini ko'paytirish va KNO₃ unumdorligini oshirish uchun diagrammadan ko'rinib turibdiki, dastlabki eritmaga ortiqcha NaNO₃ kiritilishi kerak.

Eng yuqori unumga agar ajratish tugaguniga qadar eritma uchta tuz bilan to'yingan bo'lsa: NaCl, KCl va KNO₃, ya'ni boshlang'ich eritmaning tuz massasi n nuqta bilan, va NaCl kristallanishidan keyingi tuz massasi E₁₀₀ nuqtasi bilan ifodalangan bo'lsa erishiladi.

Kristallga tushgan NaCl ajratilgandan so'ng, KNO₃ ning kristallanishi eng uzun E₁₀₀ yo'l bo'ylab davom etadi. Bu KNO₃ ning eng yuqori unumdorligini ta'minlaydi.



6.1-rasm. NaNO_3 - KCl - H_2O sistemasining
25°C va 100°C dagi eruvchanlik izotermalari

Hisoblashni amalga oshirish uchun diagrammada E''_{100} va d eritmalarining ion-ekvivalentlaridagi tarkibini va 1 mol tuzga to'g'ri keladigan suv mollari sonini aniqlaymiz:

eritma E''_{100} K^+ 0.62; Cl^- 0.2; NO_3^- 0.8; H_2O 1.81, Na^+ 0.38

eritma d K^+ 0.29; Cl^- 0.37; NO_3^- 0.63; H_2O 4.19, Na^+ 0.71

1. NaNO_3 va KCl ning suvda erishi moddiy balansi tenglamasini tuzamiz, 1 TB (TB-tuz birligi) E''_{100} eritmasini olish uchun:

$$\begin{aligned} Y \text{ NaNO}_3 + Z \text{ KCl} + e \text{ H}_2\text{O} &= \\ &= X \text{ NaCl} + 1 (0.62 \text{ K}^+ + 0.38 \text{ Na}^+ + 0.2 \text{ Cl}^- + 0.8 \text{ NO}_3^- + 1.81 \text{ H}_2\text{O}). \end{aligned}$$

Bu komponentlar uchun tegishli tenglamalar tuzamiz va echamiz:

K^+ bo'yicha $Z = 0.62,$

H_2O bo'yicha $e = 1.81,$

Cl^- bo'yicha $Z = X + 0.2,$

Na⁺ bo'yicha

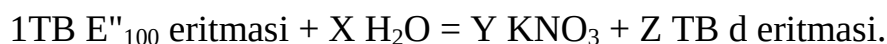
$$Y = X + 0.38,$$

$$X = 0,42; Y = 0,8$$

Shunday qilib, 1 TB E''₁₀₀ eritmasini olish uchun 100°C da 0,8 mol NaNO₃, 0,62 mol KCl va 1,81 mol H₂O aralashtirilishi kerak. Bunday holda 0,42 mol NaCl cho'kmaga tushadi.

2. 1TB E''₁₀₀ eritmasini 25°C gacha sovutish jarayoni uchun moddiy balans tenglamasini tuzamiz. Shuni inobatga olish kerakki, suv diagrammasida K va d nuqtalarni tutashtiruvchi KNO₃ kristallanish nurlari E''₁₀₀ nuqtalari ustidan o'tadi. Shundan kelib chiqadiki, d eritmasini olish uchun sovutishdan oldin E''₁₀₀ eritmasiga ma'lum miqdorda suv qo'shilishi kerak, aks holda mahsulot NaCl bilan ifloslangan bo'ladi.

Shunday qilib, sovutish jarayonining moddiy balansi tenglamasi quyidagi shaklga ega bo'ladi:



Eritmalar tarkibini tenglamaga almashtiramiz:

$$\begin{aligned} & (0,62 \text{ K}^+ + 0,38\text{Na}^+ + 0,2 \text{ Cl}^- + 0,8 \text{ NO}_3^- + 1,81 \text{ H}_2\text{O}) + X \text{ H}_2\text{O} = \\ & = Y \text{ KNO}_3 + Z (0,29 \text{ K}^+ + 0,71 \text{ Na}^+ + 0,37 \text{ Cl}^- + 0,63 \text{ NO}_3^- + 4,19 \text{ H}_2\text{O}) \end{aligned}$$

Bu komponentlar uchun tegishli tenglamalar tuzamiz va echamiz:

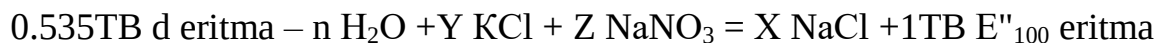
$$\text{Na}^+ \text{ bo'yicha} \quad 0,38=0,71Z \quad Z=0,535$$

$$\text{K}^+ \text{ bo'yicha} \quad 0,62=Y+0,29Z \quad Y=0,465$$

$$\text{H}_2\text{O bo'yicha} \quad 1,81+X=4,19Z \quad X=0,43$$

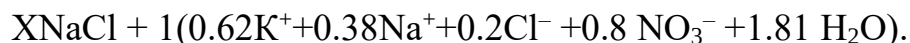
Tenglamani echimiga muvofiq 1TB E''₁₀₀ eritmasini sovutishdan oldin unga 0,43 mol H₂O qo'shilishi kerak. So'ngra eritmani 25°C gacha sovutgandan kegin undan 0,465 mol KNO₃ ajralib chiqadi va 0,535 TB eritma d qoladi.

3. d eritmasidan yana 1 TB E''₁₀₀ eritmasini olish uchun ortiqcha suvni 100°C da bug'lantish, qo'shimcha ravishda NaNO₃ va KCl miqdorini qo'shish va NaCl ning bir qismini kristallga tushirib ajratib olish kerak:



Dastlabki va yakuniy tarkibini tegishli tenglamaga almashtiramiz:

$$0.535(0.29\text{K}^++0.71\text{Na}^++0.37\text{Cl}^-+0.63\text{NO}_3^-+4.19\text{H}_2\text{O}) - n\text{H}_2\text{O}+Y\text{KCl}+Z\text{NaNO}_3=$$



Bu komponentlar uchun tegishli tenglamalar tuzamiz va echamiz:

$$\text{K}^+ \text{ bo'yicha} \quad 0.535 * 0.29 + Y = 0.62,$$

$$\text{Na}^+ \text{ bo'yicha} \quad 0,535 * 0,71 + Z = X + 0,38,$$

$$\text{Cl}^- \text{ bo'yicha} \quad 0,535 * 0,37 + Y = X + 0,2,$$

$$\text{H}_2\text{O} \text{ bo'yicha} \quad 0,535 * 4.19 - n = 1.81,$$

$$n = 0.43, X = 0.465, Y = 0.465, Z = 0.465,$$

ya'ni 0,465 mol KCl va 0,465 mol NaNO₃ d eritmasiga qo'shilishi va undan 0,43 mol H₂O bug'lanishi kerak, keyin 0,465 mol NaCl qayta kristallangandan so'ng qattiq fazaga chiqariladi. Birlashtiruvchi chiziqli qoidasiga ko'ra dastlabki aralashmaning tarkibidagi birlashtiruvchi nuqta diagrammada n₁ nuqta bilan tasvirlangan.

Hisoblash natijalarini massa birliklarida ifodalaylik, 100 g NaNO₃ boshlang'ich qiymat sifatida qabul qilinadi. Dastlabki aralashmani tayyorlash uchun ushbu miqdordagi (100 g) NaNO₃ ga quyidagilarni qo'shishingiz kerak:

$$\text{KCl} \quad 100 * 0.62 * 74.56 / 0.8 * 85 = 68 \text{ g},$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad 100 * 1.81 * 18 / 0.8 * 85 = 48 \text{ g},$$

bu erda 0,62, 0,8 va 1,81 - 1 TB E''₁₀₀ eritmasi olish uchun olinishi kerak bo'lgan tuzlarining mollar soni;

74.56, 85 va 18 - KCl, NaNO₃ va H₂O ning molekulyar og'irliklari.

100 g NaNO₃, 68 g KCl va 48 g H₂O ni 100°C da aralashtirgandan so'ng, NaCl qattiq fazaga chiqadi:

$$100 * 0.42 * 58.45 / 0.8 * 85 = 36 \text{ g},$$

bu erda 0,42 - NaCl mollari soni, u 1TB "E''₁₀₀ eritmasi olingandan keyin cho'kadi; 58,45 - NaCl ning molekulyar og'irligi.

NaCl ajratilgandan so'ng, eritmaga suv qo'shilishi kerak:

$$100 * 0.43 * 18 / 0.8 * 85 = 11.4 \text{ g},$$

bu erda 0,43 - 1 TB E''₁₀₀ eritmasiga qo'shiladigan suvning mollari soni.

Eritma 25°C gacha sovutilganda KNO₃ kristallanadi:

$$100 * 0.465 * 101.11 / 0.8 * 85 = 69 \text{ g},$$

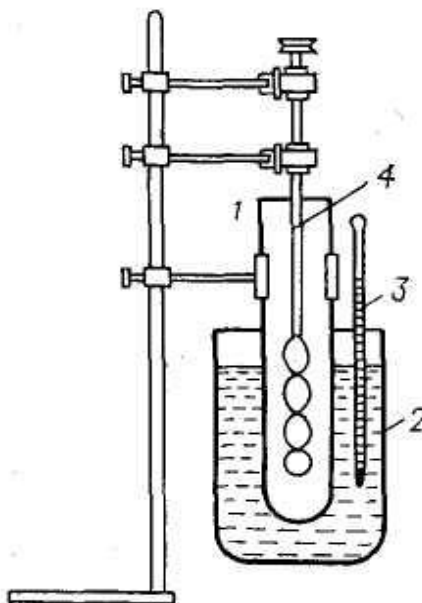
bu erda 0.465 - 1 TB E["]₁₀₀ dan qattiq fazaga chiqarilgan KNO₃ mollari soni;
101,11 - KNO₃ ning molekulyar og'irligi.

Tajriba o'tkazish uchun kerakli buyumlar, jihozlar va reaktivlar.

1. Probirka.
2. Glitserinli hammom.
3. Termometr.
4. Aralashtirgich.
5. NaNO₃, KCl.
6. Filtr.
7. Etil spirti.
8. 500 ml li o'lchov kolbasi.
9. 100 ml li o'lchov kolbasi.
10. Distillangan suv.

Ishni bajarish tartibi

Tajriba o'tkazish uchun hajmi 150–250 ml bo'lgan, ichiga aralashtirgich (4) o'rnatilgan probirkadan (1), isitish uchun glitserinli va sovutish uchun suv hammomi (2), termometrdan (3) foydalaniladi (6.2-rasm).



6.2-rasm Silvinitdan KCl olish qurilmasi.

1-probirka, 2-glitserinli hammom, 3-termometr, 4-aralashtirgich.

Qaynoq eritmani cho'kmadan qaynoq filtrlash voronkasi orqali ajratib olinadi. Buning uchun probirkadan aralashtirgichni chiqarib olib, tezlikda probirka ichidagi aralashmani oldindan isitilgan voronkaga o'tkaziladi. Probirkani 5–10 ml spirt bilan yuvib tushiriladi. Filtrlangan cho'kmani yuvilmaydi, chunki NaCl suvda erib ketishi mumkin.

Ho'l cho'kma bilan eritmaning ayirmasidan cho'kmadagi tuz miqdori aniqlanadi. Yoki cho'kmani spirt bilan yuvilib, quritish orqali tuzlarning absolyut miqdori aniqlanadi.

Kaliy nitratni siklik ajratib olish uchun probirkaga (1) (6.2-rasm) 100 g NaNO_3 , 68 g KCl va 48 g H_2O ni solinadi.

Probirkani glitserinli isitgichga o'rnatilib, eritmani 100°C gacha isitiladi.

Eritmadagi harorat 100°C yetgach NaCl qattiq fazaga chiqadi uni qaynoq holda filtrlab ajratib olinadi. NaCl ajratilgandan so'ng, eritmaga yuqoridagi hisob bo'yicha suv qo'shiladi hamda eritma 25°C gacha sovutilganda KNO_3 kristallga ajralib chiqadi.

Hosil bo'lgan kristallarni filtrlab ajratib olinadi. Filtratni oldindan o'lchangan stakan yoki probirkaga yig'iladi. So'ngra eritmali stakan yoki probirkani va nam cho'kmali voronkani o'lchov tarozisida tortiladi.

Stakandagi eritmadan va olingan KNO_3 kristallaridan byuksga namuna olinib KNO_3 ga analiz qilinadi.

Nazorat savollari.

1. Umumiy ionga ega bo'lmagan ikki tuz va suvli sistemalarda muvozanat nechta komponent o'rtasida o'rnatiladi?

2. Turli valentli ionlar ishtirok etgan sistemalar grafigini tuzishda molyar og'irliklaridan qanday foydalaniladi?

3. Turli komponentli sistemani eruvchanligini fazoviy diagrammasidan (EFD) qanday ifodalanadi.

4. O'zaro ta'sir etuvchi tuzli sistemani EFD ning uchi qirralari yon tomonlari va asoslari, qanday sistemalarni ifodalaydi?

5. O'zaro almashinuvchi sistemalarda nechta evtonik nuqta bo'ladi?

IV. MUSTAQIL TA'LIM MAVZULARI.

Mustaqil ta'limni tashkil etishning shakli va mavzulari

Talabalarning mustaqil ta'limi o'quv jaraynining muhim shakllaridan biri hisoblanib, u ma'ruza, amaliy, seminar mashg'ulot darslarida va o'qishdan tashqari vaqtlarda amalga oshiriladi. Fanniing xususiyatlarini hisobga olgan holda mustaqil ta'lim shakllari va mazmuni quyidagilardan tashkil topadi :

- ma'ruza darslariga va mustaqil ish topshiriqlariga tayrgarlik ko'rish;
- amaliy mashg'ulot darslarining mustaqil ish topshiriqlarini bajarish;
- laboratoriy ishlarini mustaqil bajarish;
- fanning alohida mavzulari ustida ishlash;
- reyting nazoratini barcha turlariga tayyorgarlik ko'rish.
- talabalar tavsiya etilayotgan mavzulardan birini tanlab, referat , maket, prezentasiya, konspekt tayyarlash orqali amalga oshiriladi.

1. Ma'ruzani tinglay olish. Oliy o'quv yurtida ma'ruza jarayonida talabalardan ma'ruzachini diqqat bilan tinglash, fikr yuritish va eshitganlarini yozib borish (matnlashtirish) talab etiladi. Fikrni bir joyga to'plab, diqqatni ma'ruzachi bayon qilayotgan masalaga safarbar qilish, faollik ko'rsatish bilangina ma'ruza mazmunini to'g'ri tushunish, bilish va anglab o'zlashtirish mumkin.

Talaba o'quv-biluv maqsadini aniq tasavvur etib, ma'ruzaga oldindan tayyorlanib kelsa (oldingi ma'ruzada bayon qilingan masala – materialni ko'rib, darslikdan yangi mavzuni o'qib kelsa), ma'ruzachi bayoniga o'z fikrlarini to'plab, to'la safarbarlik bilan tinglay oladi. Buning uchun talabada ma'ruzani tinglashga kuchli motiv mavjud bo'lishi lozim.

Talaba ma'ruzani tinglash jarayonida asosiy tushunchalar, muhim g'oyalarni o'z daftariga yozib borishi kerak, bunda ham eshitish, ham ko'rish, ham harakat xotirasi ishlaydi, faoliyat asosida bilim o'zlashtiriladi.

2. Ma'ruzani yozib olish. Har bir ma'ruza mazmuni (jarayoni) da quyidagilar bo'ladi: ma'ruzaning asosini tashkil etadigan muhim g'oya; muhim g'oyani asoslash, juz'iy xulosalar; qisqa muddatli pauzalar; ta'riflar, tamoyillar, tushunchalar. Ma'ruzani matnlashtirayotganida talaba asosiy g'oya, muhim masalalar, asosiy tushunchalar, tamoyillar, ta'riflar, xulosalarni o'z daftarida qayd etib, yozib borishi kerak. Ma'ruza jarayonida professor-o'qituvchi shu xil joylarni ovozini o'zgartirish, nutq tempini kamaytirish bilan ajratib beradi, e'tibor berib tinglansa, zarur joylarni yozib olish imkoni bo'ladi.

Yozib olish paytida ma'lum tartibga amal qilinsa (ma'ruzaning muhim masalalari; fakt, dalil, ta'rif, xulosalar; savol-javoblar, mulohazalar), tinglash jarayonida asosiy narsalarni ajrata olish malakasi hosil bo'ladi.

3. Matnlashtirayotganda quyidagilarga rioya qilish lozim:

- hoshiya qoldirish;
- har bir masalani tartib raqami bilan belgilash va satr boshidan yozish; ravshan yozish, ostiga chizib, ajratish;
- shaxsiy shartli qisqartirishlardan foydalanish: qarama-qarshilik kabi;
- sitatalarning hoshiyasini ko'proq qoldirish;
- imloga, husnixatga rioya qilish, tartibli, toza yozish;
- yozib ulgurmaganlariga joy qoldirib ketish;
- ruchkada yozish;
- yozuvlarni uyda o'qib chiqib, xatolarini to'g'rilash, to'ldirish, bu ishni iloji boricha o'sha kuni yoki vaqt ko'p o'tmay qilish;
- o'zingiz qatnashmagan ma'ruzani o'rtog'ingiz matnidan ko'chirib, kitoblardan o'qib o'rganish zarur.

4. Kitob, manbalar bilan ishlash. Yuqori malakali mutaxassis bo'lish, o'z bilimlarini muntazam oshirib borish uchun talaba kitob bilan, birinchi manbalar bilan ishlash malakasiga ega bo'lishi zarur. Kitob bilan ishlay olish malakasi nazariy bilimlarni chuqurroq egallashning shartidir.

Birinchi kurs talabalari, odatda, zarur kitobni tanlash, topishga qiynaladilar, kitobni maqsadga muvofiq tarzda qunt bilan o'qish o'rniga ayrim joylarinigina o'zgarishsiz ko'chirib qo'ya qoladilar. Vaholanki, talaba kitobni qanday topish va undan qanday foydalanishni bilmog'i lozim.

5. Talaba mustaqil o'qib o'rganishi zarur bo'lgan kitoblarni professor-o'qituvchi ma'ruza, seminar paytida tavsiya qiladi va kerakli maslahatlarni beradi. Oliy o'quv yurti talabasi DTS va malaka talablarining ijtimoiy-gumanitar, tabiiy-ilmiy, ixtisoslik va boshqa fan bloklariga doir kitoblar, manbalarni o'rganishi zarur. U professor-o'qituvchilarning maslahati va ko'rsatmalariga amal qilishi kerak. Shu tariqa zarur kitoblarni tanlash va mustaqil ta'lim olish malakalarini egallab oladi.

6. Mustaqil ta'lim olish uchun talaba bibliografiya qanday bo'lishi, qanday tuzilishini bilib olishi lozim. Bibliografiyaga doir yozuvlarni alohida daftarga, bloknotga yoki kartochkalarga qayd etib (yozib) borishi kerak.

Bunda quyidagi tartibga amal qilinadi: avvalo, kitob yoki maqola muallifining familiyasi, ismi-sharifi, kitobning nomi, joy nomi, nashriyot nomi, chiqqan yili, hajmi (necha betligi) ko'rsatiladi (masalan, Ismatov A.A. va boshqalar. Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi. –T.: O'zbekiston, 2002. – 336 b.).

Ilmiy jurnal yoki ilmiy to'plamda bosilib chiqarilgan maqola bo'lsa, unda avvalo muallifning familiyasi, ismi-sharifi, so'ngra maqolaning nomi, jurnal (to'plam)ning nomi, joyi, vaqti (yili), soni, so'ngra betlari ko'rsatiladi (masalan, Тўраев З., Сиддиқов Ш. Аммиак эритмаси ёрдамида саноат ярим маҳсулотларидан микроэлементни ажратиш. Иқтидорли талабалар, магистрантлар, аспирантлар, докторантлар ва мустақил изланувчиларнинг Илмий амалий конференцияси материаллари тўплами. НамМПИ, Наманган, 2008, 99-101б.).

Shu bilan birga talaba kutubxonadan o'ziga kerakli kitobni qanday qidirib topishni ham bilishi lozim. Har bir kutubxonada mavjud kitoblar bibliografiyasi (ro'yxati) shifrlanib, bibliografik kartochkalar shkaflardagi qutichalarga alfavit tartibida hamda mavzular bo'yicha (sistemalashtirilib) joylashtirilgan bo'ladi. Talaba o'ziga kerakli

kitobning nomi yozilgan kartochkadan kitobning nomi va shifrini aniqlab, kitob olishga buyurtma berishi mumkin.

7. Darslik, ilmiy asarlar yoki maqolalarni o'qib o'rganish tartibi quyidagicha bo'lishi mumkin: tavsiya etilgan kitob, risola, darslikning bobi, paragrafi (fasli) avvalo boshdan oxirigacha bir marta o'qib chiqiladi, umumiy tasavvur hosil qilinadi: muallifi, kitobning, maqolaning, bob yoki paragrafning nomi bilib olinadi; kitobning muqaddimasi, asarning boshida yozilgan va shu asarning mazmunini ifodalaydigan tsitata, annotatsiya, epigrafi bilan tanishish shu kitobning muhim g'oyasi va yo'nalishi haqida tasavvur beradi.

So'ngra qo'lda halam (ruchka) bilan jiddiy e'tibor berib, asosiy matn o'qib o'rganiladi, muhim o'rinlari yozib boriladi. Kitobni bobma-bob yoki paragraflar bo'yicha o'rganish va asosiy g'oyalarni qisqa yozib borish maqsadga muvofiq.

Kitob o'qish ijodiy ish bo'lib, o'qish jarayonida fikr yuritish, tanqidiy yondashish, mulohaza qilish, lug'atlar, entsiklopediyalardan foydalanish lozim. Kitob matnida berilgan jadval, rasm, sxema, grafik, shakl, ko'rgazmalarni sinchiklab o'rganish, matn mazmuniga solishtirib ko'rish, zarur bo'lsa, ko'chirib olish kerak. Kitobni o'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni baholash va unga tanqidiy nuqtai nazardan qaramoq, shuningdek, uning muhimligini baqolamoq zarur bo'ladi. O'qishda u yoki bu materiallarga har xil yo'llar bilan belgi qo'yish tavsiya etiladi.

Tavsiya etilayotgan mustaqil ta'limning mavzulari

1. Ikki komponentli sistemalar diagrammasi hossalari. ($\text{FeCl}_3\text{-H}_2\text{O}$, $\text{KCl-H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$, $\text{NaBr-H}_2\text{O}$).
2. Ikki komponentli sistemalarni grafik tasvirlash.
3. Ikki komponentli sistemalar politermik diagrammasi.
4. Ikki komponentli sistemalar suyuqlanish diagrammasi (KCl-KNO_3).
5. Uch komponentli sistemalar tarkibini teng tomonli uchburchakda ifodalash. ($\text{KCl-NaCl-H}_2\text{O}$, $\text{NaCl-Na}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$).

6. Uch komponentli sistemalar tarkibini to'g'ri bo'rchakli koordinata o'qlarida ifodalash ($\text{KCl-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$, $\text{K}_2\text{SO}_4\text{-MgSO}_4\text{-H}_2\text{O}$).
7. Eritmalarni izoterimik bug'latish va sovitish.
8. Uchburchakli sistemalarning geometrik xossalari.
9. Eritmalarni izotermik bug'latishda tuzlarning kristallanishi.
10. Kristallogidratli sistemalar.
11. Qo'shaloq tuzli sistemalar.
12. Aralash kristal hosil qiluvchi sistemalar.
13. To'rt komponentli sistemalar.
14. O'zaro almashinuvchi tuzlar jufti asosida tuzlar olishni konversiya usuli.
15. O'zaro almashinuvchi tuzlar juftini kvadratda qurish usuli.

V. GLOSSARIY.

SISTEMA – O‘zaro ta’sir etish imkoniyatiga ega bo‘lgan modda (yoki jism)lar majmuasi

FAZA – Tarkibi va xossalari bir xil bo‘lgan sistemaning gomogen qismi. Muvozanatda turgan sistema holati fazalar soni, kimyoviy tarkibi va termodinamik xossalari bilan xarakterlanadi.

SISTEMANING TARKIBI – Komponentlar soni, termodinamik xossalari esa – erkinlik darajalari soni bilan xarakterlanadi.

KOMPONENT – Sistemadan ajratib olinganda mustaqil mavjud bo‘la oladigan moddalar- komponentlar yoki tarkibiy qismlar deyiladi.

KOMPONENTLAR SONI – Sistemadagi har qaysi fazaning kimyoviy tarkibini aniqlash uchun zarur bo‘lgan komponentlarning eng kichik soni sistemaning komponentlar soni deyiladi.

GOMOGEN SISTEMA – Bitta fazadan iborat bo‘lgan sistema (masalan, gazlar aralashmasi, eritma va h).

GETEROGEN SISTEMA – Bir qancha fazadan iborat bo‘lgan sistema (masalan, muz va suv aralashmasi, muvozanat xolatdagi to‘yingan tuz eritmasi va tuz kristallari; suyuqlik va bug‘dan iborat bo‘lishi mumkin).

TERMODINAMIK OMIL – Sistema xolatini uning xossalari majmuasi bilan aniqlash mumkin. Urganilayotgan sistemani qaysidir makroskopik xossasini xarakterlovchi barcha kattaliklar termodinamik omillar deb ataladi.

SISTEMANING TERMODINAMIK XOSSASI – Harorat (T), hajm(V), bosim(P), konsentrasiya (S) bilan xarakterlanadi.

ERKINLIK DARAJALARI SONI – Sistemaning termodinamik xossasini aniqlash uchun zarur bo‘lgan omillarning eng kichik soni – erkinlik darajalari soni deyiladi.

FAZALAR QOIDASI F – Muvozanatda turgan geterogen sistemani xarakterlovchi uch kattalik: fazalar soni Φ , komponentlar soni K, erkinlik darajalar soni F ni bir-biri bilan bog‘laydi.

Bu qoidaga binoan ikki omil (bosim, harorat) ta’sirida muvozanatda turgan sistema erkinlik darajasi F sistema komponentlar sonidan – fazalari sonini ayirmasidan, ikki birlikka katta, ya’ni erkinlik darajalar soni:

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

Omillardan biri (bosim yoki xarorat) doimiy bo'lsa erkinlik darajasini shartli soni bir birlikka kamayadi;

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

SISTEMA XOSSALARI – Bunga fizik-kimyoviy taxlil bilan aniqlanadigan 30 dan ortiq fizik xossalari kiradi: suyuqlanish, erish, issiqlik sig'imi, issiqlik o'tkazuvchanlik, sindirish ko'rsatgichi, xajmi (zichlik, solishtirma xajm, molekulyar bog'lanish, qovushqoqlik, sirt tarangligi va xokazo). Sistema xossalari EKSTENSIV va INTENSIV bo'lishi mumkin.

EKSTENSIV XOSSALAR – Moddalarning miqdoriga bog'liq bo'lgan xossalari.

INTENSIV XOSSALAR – Moddalarning miqdoriga bog'liq bo'lmagan xossalari; harorat, solishtirma xajm, konsentratsiya va boshqalar.

BIR KOMPONENTLI SISTEMA – Suv yoki tuzdan iborat sistema.

IKKI KOMPONENTLI SISTEMA – Tuz va subdan iborat sistema (masalan H_2O - Na_2SiF_6 , H_2O - NaCl , H_2O - KNO_3 va h).

UCHKOMPONENTLI SISTEMA – Suv va bir xil ionli ikki tuzdan iborat sistema (Masalan, H_2O - NaCl - KCl ; H_2O - NaCl - Na_2SO_4 ; H_2O - MgSO_4 - MgCO_3).

TO'RT KOMPONENTLI SISTEMA – Suv va bir xil ionga ega bo'lgan uch xil tuzdan iborat sistema (NaCl + KCl + MgCl_2 + H_2O). Suv va umumiy ionga ega bo'lmagan ikki tuzdan iborat sistema ham to'rt komponentli bo'lib, bunday sistema o'zaro almashinuvchi sistema deyiladi. (masalan, NaCl + $\text{KNO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{KCl}$).

SUYUQLANISH DIAGRAMMASI – Qattiq fazani suyuqlanish va qotishini kursatuvchi holat

ERUVCHANLIK DIAGRAMMASI – Agarda sistemada yuqori bo'lmagan haroratlarda, suyuq faza bo'lsa, bunday fazoviy diagramma eruvchanlik diagrammasi deyiladi.

OCHIQ SISTEMA – Sistemadan boshqa sistema (tashqi muhit) bilan energiya va modda almashadigan sistema.

YOPIQ SISTEMA – Sistemadan boshqa sistema (tashqi muhit) bilan faqat energiya almashadigan sistema.

IZOLYASIYALANGAN SISTEMA – sistema boshqa sistema bilan energiya ham, modda ham almashmaydigan sistema.

FIGURATIV NUQTA – Diagrammada sistemaning harorati va tarkibini ko'rsatgan nuqta.

EVTEKTIK NUQTA – Sistemada eritma ikkala qattiq faza bilan ham to'yingan nuqta.
SOLIDUS – Qattqlik degan ma'noni anglatadi.

LIKVIDUS – suyuqlik degan ma'noni anglatadi.

KONGRUENT – Mos keluvchi degan ma'noni anglatadi.

KRISTALLOGIDRAT – Muayyan bir hossani namoyon qiluvchi individual kimyoviy birikmadir.

DISTEKTIK NUQTA – Eruvchanlik egri chizig'ida, muayyan bir haroratda muvozanatdagi suyuq faza va kimyoviy birikma kristallari tarkibiga to'g'ri kelgan maksimum.

MOLYAR BIRLIK – 1000 mol suvdagi ma'lum sondagi tuz mollarini biriktirgan eritma miqdori.

TO'YINGAN ERITMA – Eriyotgan modda bilan muvozanatda bo'lgan sistema.

KRISTALLANISH NURI – Muvozanatda bo'lgan ikki fazani figurativ nuqtalari orqali o'tkazilgan kesim.

DIFFUZIYA – Bir modda zarrachalarining ikkinchi modda ichida o'z-o'zicha taqsimlanishi hodisasi.

DISPERS SISTEMALAR – Bir modda ichida boshqa bir moddaning ma'lum darajada maydalangan zarralarining tarqalishi natijasida hosil bo'lgan sistema.

ERUVCHANLIK – Moddaning biror erituvchining 100 grammida eriy olish xususiyati.

ERISH ISSIQLIGI – Bir mol modda eriganda yutiladigan yoki ajraladigan issiqlik miqdori.

ERITMA – Ikki yoki undan ortiq tarkibiy qismdan iborat bo'lgan gomogen sistema.

ERUVCHANLIK KOEFFITSIENTI – Ayni moddaning ma'lum haroratda 100 gramm erituvchida erib, to'yingan eritma hosil qiladigan massasi.

TEXNOLOGIYA – termini grekcha soʻzdan olingan boʻlib: *téchne* – sanʼat yoki hunar va *logos* – fan soʻzlaridan tarkib topgandir. Texnologiya sanoatning turli sohalarida, qurilishda materiallarga, yarimmahsulotlar yoki buyumlarga, xomashyolarga ishlov berish va qayta ishlash usullari yigʻindisi hisoblanadi, bundan tashqari, yuqoridagi chora va uslublarni yaratish va takomillashtiruvchi, ilmiy fah tarmogi texnologiya fani hisoblanadi. Ishlab chiqarishning asosiy qismi hisoblangan xomashyolarni qazib olish, ishlov berish, qayta ishlash, tashish, omborga joylashtirish, saqlash texnologiyasi ham mavjud.

TEXNOLOGIYA – maʼlum bir ishlab chiqarish jarayonlari yigʻindisidan iborat. Bu jarayonlarni oʻrganuvchi fan esa texnologiya fani hisoblanadi.

KIMYOVIY TEXNOLOGIYA – barcha kimyoviy jarayonlarni oʻrganadi.

DIFFUZIYA – diffuziya (lotinchadan *diffusio* – tarqalish, oqish) bir-biriga yaqin joylashgan moddalarni, modda zarrachalarining issiqlik harakati natijasida bir-biriga kirishishi hisoblanadi.

DINAMIKA – (lotinchadan *dynamikós* – kuchli, *dýnamis* – kuch) mexanikaning boʻlimi hisoblanib, material zarrachalarni ularga taʼsir qilingan kuch taʼsiridagi harakatini oʻrganadi.

TERMODINAMIKA – makroskopik sistemalarni umumiy xossalarini toʻgʻrisidagi taʼlimot boʻlib, termodinamik muvozanat holatidagi boʻlgan va bu holatdagi sistemajarni bir-biriga oʻtish jarayonlarini oʻrganadi.

KIMYOVIY TERMODINAMIKA – fizik kimyoning boʻlimi boʻlib, kimyoning termodinamik hodisalarini oʻrganib, moddalarni termodinamik xossalari ularning tarkibi va agregat holatiga bogʻliqligini koʻrib chiqadi. Kimyoviy termodinamika termokimyo, kimyoviy muvozanat va eritmalar toʻqʻrisidagi taʼlimot(xususan elektrolitlar), elektrod potentsiallari nazariyasi, yuza hodisalari termodinamikasi bilan uzviy bogʻlanishda rivojlanadi.

KIMYOVIY KINETIKA – kimyoviy reaksiyalarning kinetikasi kimyoviy jarayonlar toʻgʻrisagi taʼlimot boʻlib, kimyoviy reaksiylarni vaqt boʻyicha borishi, tezligi va mexanizmi qonuniyatlarini oʻrganadi.

MINERAL – (frantsuzchadan *minéral*, eski lotinchadan *minera* – ruda) tabiiy jism boʻlib, taxminan kimyoviy tarkibi va fizikaviy xossalari bir xil boʻlib, yer yuzasida yoki tubida(va boshqa kosmik jismlarda) sodir boʻlgan fizika-kimyoviy jarayonlar natijasida hosil boladi, asosan togʻ jinslari, ruda, meteroitlarning tarkibiy qismi hisoblanadi.

REAKTSIYA – (lotinchadan *actio* – taʼsirlashuv) 1) qandaydir taʼsir qiluvchi, qoʻzgʻovchi, keltirib chiqaruvchi, taasurot qoldiruvchi taʼsirida sodir boʻladigan harakat, holat, jarayon hisoblanadi (psixologik reaksiya, kimyoviy reaksiya, yadro reaksiyasi). 2)

Eksperimental usulda kimyoviy, fizik yoki biologik ta'sir orqali belgilangan sharoitlarni yaratish(masalan, eritrotsidlarni cho'ktirish reaksiyasi).

RUDA – tarkibida metall birikmalarining sanoat maqsadlari uchun ishlatilish texnik jihatdan mumkin va iqtisodiy samarali bo'lgan tabiiy mineral hosilalar.

KONTSENTRAT – [yangi lotinchada *concentratus* – jamlangan, kontsentrangan, lotinchada *con (cum)* – birga, birgalikda va *centrum* – markaz, biror narsa to'plangan joy] boshlang'ich mahsulotga nisbatan ishlstish uchun qulay va keyingi qayta ishlash uchun yaroqli tog' sanoatida foydali qazilmalarni boyitish mahsuloti.

MODDANING AGREGAT HOLATI – moddalarning agregat holati: moddaning qattiq, suyuq va gaz holati.

FLOTATSIYA – (frantsuzchadan *flottation*, yo'ki *flotter* – suzmoq) qattiq modda mayda zarrachalarining (asosan minerallarning) ularning suvda turlicha ho'llanishiga asosan ajratilish jarayoni. Hidrofob (suvda ho'llanmaydigan)zarrachalar sirt chegarasida(masalan, gaz va suv), tanlanish asosida mustahkam joylashadi va gidrofil(suvda ho'llanadigan) zarrachalardan ajraladi. Flotatsiya jarayonida gaz yoki moyning mayda zarrachalari suvda ho'llanmaydigan modda zarrachalarini o'ziga yopishtirib oladi va aralashmaning yuqorisiga olib chiqadi.

SUSPENZIYA - (eski lotinchada *suspensio*, – aralashtirish, lotinchada *suspendo* – aralashtiraman) Suyuq dispers muhitda bir xilda taqsimlangan qattiq moddaning mayda zarrachalaridan(dispers faza) tashkil topgan dispers sistema.

FILTR – (frantsuzchada *filtre*, eski lotinchada *filtrum*, – kigiz namat)ichida filtrlovchi to'siq bo'lgan apparatda tarkibida suyuq, qattiq fazalari bo'lgan bir jinsli bo'lmagan sistemalarni ajratiladi, quyultiriladi yo'ki tindiriladi.

ABSORBSIYA – (lotinchada *absorptio* – singdirish; o'ziga olish; singish; singib ketish, yo'ki *absorbeo* – yutilish) gazlar aralashmasidan moddalarni suyuqlikka yutilishi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

Asosiy adabiyotlar.

1. Shamshidinov I.T. Noorganik moddalar va mineral o'g'itlar texnologiyasi. Darslik. – T.: Iqtisod-moliya, 2014. – 360 b.
2. Mirzaqulov X.Ch., Shamsiddinov I.T., To'raev Z. Murakkab o'g'itlar ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari. O'quv qo'llanma. – T., “Tafakkur bo'stoni”, 2013. - 216 b.
3. Исматов А.А., Отакузиев Т.А., Исмоилов Н.П., Мирзаев Ф.М. Ноорганик моддалар кимёвий технологияси. Дарслик. Т., Ўзбекистон, 2002, 336 б.
4. Эркаев А.У., Якубов Р.Я., Терехин Е.Л. “Тузлар тизимининг график тахлили”, Т., “Мухаррир нашриёти”, услубий қўлланма, 2012, 375б.

Qo'shimcha adabiyotlar.

5. Мирзиёев Ш.М Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови.– Т.:Ўзбекистон, 2017. – 48 б.
6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. .– Т.:Ўзбекистон, 2016. – 56 б.
7. Мирзиёев Ш.М.Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз.– Т.:Ўзбекистон, 2017. – 488 б.
8. Мельников Е.Я. и др. Технология неорганических веществ и минеральных удобрений. Учебник. М.: Химия, 1983, 431 с.
9. Викторов М.М. Графические расчеты в технологии неорганических веществ. Учебник. Л.: Химия, 1972, 462 с.
10. Ismail Tosun. The Thermodynamics of Phase and Reaction Equilibria. Elsevier, USA , 2012.
11. Соколовский А.А., Яхонтова Е.Л. Применение равновесных диаграмм растворимости в технологии минеральных солей. Учебник. –М.: Химия, 1982. -264 с.

Axborot manbaalari.

12. www.texhologiy.ru
13. www.google.ru
14. www.ziyonet.uz
15. www.google.uz
16. www.chemport.ru

ILOVALAR

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA'LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI



"TASDIQLAYMAN"

Namangan muhandislik –
qurilish instituti rektori

Sh.T.Ergashev

2023 yil «06» 01

**TUZLAR TIZIMINING GRAFIK TAHLILI
FANINING O'QUV DASTURI**

Bilim soxasi:	700000 –Muhandislik, ishlov btrish va qurilish sohalari
Ta'lim soxasi:	710000 – Muhandislik ishi
Magistratura mutaxassisliklari:	70710101- Kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha)

NAMANGAN – 2023 y.

Fan / modul kodi GASS106		O'quv yili 2022-2023	Semestr 1	ESTS-Kreditlar 6	
Fan / Modul turi Majburiy		Ta'lim tili O'zbek		Haftadagi dars soatlari 6	
1.	Fanning nomi	Auditoriya mashg'ulotlari (soat)		Mustaqil ta'lim (soat)	Jami yuklama (soat)
	Tuzlar tizimining grafik tahlili	90		90	180
2.	I. Fanning mazmuni Fanni o'qitishdan maqsad – magistrlarga noorganik moddalar kimyosi va kimyoviy ishlov berish sohasida “Tarkib-xossa” kimyoviy diagrammasi asosida grafik hisoblash yo'llarini va fizik-kimyoviy tahlillarni, kimyoviy diagrammalar asosida texnologik hisoblarni bajarish tafakkurini shakllantirish va rivojlantirish, o'zining fikr-mulohaza, xulosalarini asosli tarzda aniq bayon etishga o'rgatish hamda ularni amaliyotga tatbiq etish ko'nikmasini hosil qilishdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun fan magistrlarni nazariy bilimlar, amaliy ko'nikmalar, yuqori samarali kasb faoliyati, texnologik jarayonlar va ular haqida fundamental bilimlar asosida magistrrda ishlab chiqarishda energiyani tejash yo'llarini aniqlash, chiqindilardan foydalanish muammosini hal qilish va chiqindisiz texnologiyalarni joriy qilish, mineral o'g'itlar, tuzlar va kislotalar ishlab chiqarish texnologiyasi bo'yicha respublikamiz va xorijiy ilg'or texnologiyalar yutuqlarini tahlil qilish, hamda ilmiy dunyoqarashni shakllantirishdan iborat. II. Asosiy nazariy qism (ma'ruza mashg'ulotlari) II.I. Fan tarkibiga quyidagi mavzular kiradi: 1-Mavzu: “Tuzlar tizimining grafik tahlili” faniga kirish. “Tuzlar tizimining grafik tahlili” fanining ahamiyati. Fanning maqsadi, vazifalari va uning mazmuni. Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlari bilan bogliqligi. Fanni o'qitishda zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar. Kimyoviy sistemalar va ularning xossalari. Ochiq sistemalar, yopiq sistemalar. Fizik-kimyoviy tahlil. Uzluksizlik va muvofiqlik printsiplari, eruvchanlik diagrammalarini turlari. 2-Mavzu: Asosiy qoidalar va tushunchalar. “Tuzlar tizimining grafik tahlili”fanining asosiy qoidalari va tushunchalari. Tuzlar sistemasi va ularni tarkibini ifodalash usullari. Fizik-kimyoviy diagramma. Fazalar qoidasi. Erkin komponentlar. Komponentlar soni. Erkinlik				

darajasi. Figurativ nuqta. Gibbs qoidasi.

3-Mavzu: Bir komponentli sistemalar.

Bir komponentli sistemalarda fazalar qonunining qo'llanilishi va tadbiqi. Bir komponentli sistemalarning xolat diagrammalari. Klauzius-Klapeyron tenglamasi. Bug'lanish va sublimatsiya chiziqlari. Le-Shatele printsiipi va uning qo'llanilishi. Uchlamchi nuqta va holat diagrammasining maydonlari.

4-Mavzu: Ikki komponentli sistemalar.

Ikki komponentli sistemalarning diagrammalari va ularning geometrik xossalari. Ikki komponentli sistemalar politermik diagrammasi. Ikki komponentli sistemalar tahlili. Eritmalarni izotermik bug'latish va sovitish. Birlashtiruvchi to'g'ri chiziq va richag qoidasi, tarkib xossa egri chizig'i ko'rinishining og'irlik konsentratsiyadan molyar konsentratsiyaga va molyar konsentratsiyadan og'irlik konsentratsiyaga o'tishdagi o'zgarishi.

5-Mavzu: Kongruent birikma hosil qiluvchi sistema diagrammasi.

Kongurent birikma hosil qiluvchi sistemaning halat diagrammasi. To'yingan eritma va kristallagidrat ustidagi to'yingan bug' bosimi.

6-Mavzu: Inkongruent birikma xosil qiluvchi sistema diagrammasi.

Krisgallogidratlar eruvchanlik egri chizig'i. Noorganik tuz-suv sistemalarining eruvchanlik diagrammalari. Yopiq maksimumli gidrat xosil qiluvchi tuzlar egri chizig'i. Yopiq maksimumli diagramma soxalari. Yopiq maksimumli sovitish jarayoni. NaBr-H₂O ikkilik sistemasi.

7-Mavzu: Uch komponentli sistemalar.

Qo'shaloq tuz xosil qilmaydigai uchlik sistema eruvchanlik egri chizig'i. Diagrammani ikki tuz eritmasini izotermik bug'latishda qo'llash. Ikki tuz eritmasini bug'latish. Uch komponentli sistemalar tarkibini teng tomonli uchburchaklarda ifodalash. Uch komponentli sistema tarkibini ifodalashni Gibbs va Rozebom usullari.

8-Mavzu: Politermalarni izotermik kesimlari.

Eritmalarni izotermik bug'latishda tuzlarning kristallanishi; kristallogidratli, qo'shaloq tuzli, aralash kristall hosil qiluvchi sistemalar. Suvdan va ikki tuzdan tuzilgan (KCl, NaCl) sistema diagrammasi.

9-Mavzu: Uch komponentli sistemalar diagrammasini to'g'ri burchakli koordinatalar o'qida ifodalash.

Uchlik sistemalar eruvchanlik diagrammasini to'g'ri burchakli koordinatali o'qlarda ifodalash. Uchlik sistemalarni to'g'ri burchakli koordinatalar o'qidagi politermasi. Sistemalar tarkibini ifodalashni Sxreynemakers usuli.

10-Mavzu: Uch komponentli sistemalarni teng tomonli uch burchakli

diagrammasidan foydalanish.

Uch komponentli sistemalar holatini teng tomonli uchburchak yordamida ifodalash. Uch komponentli sistemalar politermasi. Uchburchakli diagrammani murakkab o'g'itlar tarkibini grafik hisoblash uchun qo'llash.

11-Mavzu: KCl - MgCl₂ - H₂O uch komponentli sistemasi va karnallitni qayta ishlashda uni qo'llash.

KCl - MgCl₂ - H₂O uch komponentli sistemasi va karnallitni qayta ishlashda uni qo'llash. Karnallit eritmalarining tavsifi. KCl - MgCl₂ - H₂O sistemasini fazalar qoidasiga binoan tekshirish. KCl - MgCl₂ - H₂O sistemasi izotermasi. Karnallit misolida eritmalarining to'yinish turlari, izotermik bug'lanishi va politermasining sistema tekisligidagi aksi.

12-Mavzu: Bir xil ionli uchta tuz va suvdan iborat to'rt komponentli sistemalar haqida tushunchalar.

Oddiy bir xil ionli uchta tuz va suvdan iborat to'rt komponentli sistemalar haqida tushunchalar. To'rt komponentli oddiy sistema izotermasini markaziy aksi. Suv diagramma. To'g'ri burchakli koordinatalarda oddiy to'rt komponentli sistema izotermasi.

13-Mavzu: O'zaro almashinuvchi tuzlar juftini grafik ifodalashda kvadratda qurish usuli.

O'zaro almashinuvchi tuzlar sistemasi. O'zaro almashinuvchi tuzlar juftini grafik ifodalash usullari (Levengers va Ieneyka bo'yicha grafik tasvirlash). O'zaro almashinuvchi tuzlarni kvadrat diagrammasi. Kvadrat diagrammadagi izotermik bug'latishni kristallanish yo'li. Tuzlarni almashinib parchalanishi.

III. Amaliy mashg'ulotlari bo'yicha ko'rsatma tavsiyalar

Amaliy mashg'ulotlari uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Eritma konsentratsiyasini ifodalash usullari va ularni bir-biriga o'tkazish.
2. Eritmalarni suyultirish va aralashtirish.
3. Ikki komponentli sistemalar uchun birlashtiruvchi to'g'ri chiziq va richag qoidalarini qo'llash. Fazoviy diagrammalar tuzish va ular asosida grafik xisoblar.
4. Ikki komponentli sistemalar asosida bug'latilgan suv miqdorini topish (Richag qoidasi asosida).
5. Kristallogidrat hosil qiluvchi (NaBr-H₂O) tuzlarning eruvchanlik egri chiziqlari asosida grafik hisoblar (Vant-Goff usulida).
6. O'zgarmas komponent asosida hisoblar.
7. Moddiy balans tenglamasini massa birliklarida hisoblash.
8. Uchlamchi sistemalar diagrammalari asosida grafik xisoblar.
9. To'rt komponentli va o'zaro almashinuvchi sistemalarni diagrammalari asosida grafik hisoblar.

Amaliy mashg'ulotlarni tashkil etish bo'yicha kafedra tomonidan ko'rsatma

va tavsiyalar ishlab chiqiladi. Unda magistrlar asosiy ma'ruza mavzulari bo'yicha olgan bilim va ko'nikmalarini amaliy masalalar yechish orqali yanada boyitadilar. Shuningdek, darslik va o'quv qo'llanmalar asosida magistrlar bilimlarini mustahkamlashga erishish, tarqatma materiallardan foydalanish, ilmiy maqolalar va tezislarni chop etish orqali magistrantlarga bilimini oshirish, masalalar yechish, mavzular bo'yicha taqdimotlar va ko'rgazmali qurollar tayyorlash va boshqalar tavsiya etiladi.

IV. Laboratoriya mashg'ulotlari bo'yicha ko'rsatma tavsiyalar

Laboratoriya mashg'ulotlari uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Laboratoriyada ishlash texnika xavfsizligi qoidalari. Tuzlarning erish issiqligini aniqlash.
2. Binar sistemalar eruvchanligini o'rganish ($\text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$, $\text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$).
3. Ikki komponentli sistemalar eruvchanligini izotermik usulda o'rganish ($\text{NaNO}_3 - \text{H}_2\text{O}$, $\text{NaNO}_2 - \text{H}_2\text{O}$).
4. Uch komponentli sistemalar eruvchanligini izotermik va politermik usulda o'rganish ($\text{KCl} - \text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$).
5. Bir xil ionli to'rt komponentli sistemalar eruvchanligini izotermik usulda o'rganish ($\text{KCl} - \text{NaCl} - \text{MgCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$).
6. O'zaro almashinuvchi to'rt komponentli sistemalar eruvchanligini izotermik usulda o'rganish ($\text{KCl} + \text{NH}_4\text{NO}_3 \leftrightarrow \text{KNO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$).

Laboratoriya ishlarida magistrantlar noorganik moddalar ishlab chiqarishning turli jaryonlarini kimyoviy taxlil qilish bo'yicha amaliy ko'nikma va malaka xosil qiladilar, laboratoriya mashg'ulotlarida laboratoriya ishlarini bajarish bilan mustaxkamlaydilar hamda yanada boyitadilar. O'qituvchining mavzuga oid savollariga javob bergan magistr nazariy jihatdan laboratoriya mashg'ulotini o'zlashtirgan hisoblanadi va laboratoriya ishini bajarishga qo'yiladi. Magistr laboratoriya ishini o'qituvchi nazoratida bajaradi va hisobotni rasmiylashtirib, fan o'qituvchisiga topshiradi.

V. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar

Mustaqil ta'lim uchun tavsiya etiladigan mavzular:

1. Ikki komponentli sistemalar diagrammasi hossalari. ($\text{FeCl}_3 - \text{H}_2\text{O}$, $\text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$, $\text{NaBr} - \text{H}_2\text{O}$).
2. Ikki komponentli sistemalarni grafik tasvirlash.
3. Ikki komponentli sistemalar politermik diagrammasi.
4. Ikki komponentli sistemalar suyuqlanish diagrammasi ($\text{KCl} - \text{KNO}_3$).
5. Uch komponentli sistemalar tarkibini teng tomonli uchburchakda ifodalash. ($\text{KCl} - \text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$, $\text{NaCl} - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$).
6. Uch komponentli sistemalar tarkibini to'g'ri bo'rchakli koordinata o'qlarida ifodalash ($\text{KCl} - \text{MgCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_2\text{SO}_4 - \text{MgSO}_4 - \text{H}_2\text{O}$).
7. Eritmalarni izotermik bug'latish va sovitish.
8. Uchburchakli sistemalarning geometrik xossalari.

	9. Eritmalarni izotermik bug'latishda tuzlarning kristallanishi. 10. Kristallogidratli sistemalar. 11. Qo'shaloq tuzli sistemalar. 12. Aralash kristal hosil qiluvchi sistemalar. 13. To'rt komponentli sistemalar. 14. O'zaro almashinuvchi tuzlar jufti asosida tuzlar olishni konversiya usuli. 15. O'zaro almashinuvchi tuzlar juftini kvadratda qurish usuli. Mustaqil o'zlashtiriladigan mavzular bo'yicha talabalar tomonidan referatlar tayyorlash va uni taqdimot qilish tavsiya etiladi.
3.	VI. Fan o'qitilishining natijalari (shakllanadigan kompetensiyalari) Fanni o'zlashtirish natijasida talaba: - tuzlarni eruvchanligini, bir komponentli, ikki komponentli sistemaning diagrammasi, uch va ko'p komponentli sistemalarning nazariy asoslari, tuzlarni eruvchanlik diagrammalarini, bir va ikki komponentli sistemalarning izotermalarini, eritmalarni bug'latish va sovutish haqida <i>tasavvurga va bilimga ega bo'lishi;</i> - eruvchanlik diagrammalaridan fazalarning sohalarini aniqlash, ko'p komponentli eritmalarning texnologik hisoblarini bajarish, tuzli sistemalarda fazalar qoidasini qo'llash <i>ko'nikmalariga ega bo'lishi;</i> - tuzlar tizimidagi komponentlarni erish darajasini aniqlash, izotermalar asosida politermik diagramma qurish, ma'lum bir ko'l, tuz konlarini tarkibi bo'yicha baxolash, diagrammalar asosida texnologik tizimni tashkil qilish <i>malakalariga ega bo'lishi kerak.</i>
4.	VII. Ta'lim texnologiyalari va metodlari: - ma'ruzalar; - interfaol keys-studylar; - seminarlar (mantiqiy fikrlash, tezkor savol-javoblar); - guruhlarda ishlash; - taqdimotlarni qilish; - individual loyihalar; - jamo bo'lib ishlash va himoya qilish uchun loyihalar.
5.	VIII. Kreditlarni olish uchun talablar: Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtirish, tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil mushoxada yuritish va joriy, oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazorat bo'yicha yozma ishini (testini) topshirishi kerak. Fandan talabalarni baholash O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirining 2018-yil 9-avgustdagi 19-2018-son buyrug'i bilan

	tasdiqlangan “Oliy ta’lim muassasalarida talabalar bilimini nazorat qilish va baholash tizimi to’g’risida”gi NIZOM asosida amalga oshiriladi. “Fanga ajratilgan auditoriya soatining 25 foizini va undan ortiq soatni sababsiz qoldirgan talaba ushbu fandan chetlashtirilib, yakuniy nazoratga kiritilmaydi hamda mazkur fan bo’yicha tegishli kreditlarni o’zlashtirmagan hisoblanadi”. Fan doirasida 2 ta oraliq nazorat (ON) va yakuniy nazorat (YaN) olinadi. Xususan: <u>1-ON uchun talabaga:</u> a) 1-7 mavzular bo’yicha tuzilgan savollarga yozgan yozma ishi (yoki bajargan testi) ga olgan bahosi; b) 1-5 amaliy va 1-3 laboratoriya ishlari bo’yicha olgan bahosi; c) 1-8 mustaqil ish mavzulari asosida bajargan ishlaridan olgan bahosi o’rtachalaridan hisoblangan baho qo’yiladi, ya’ni: $1-ON = (a+b+c)$. 1-ON bo’yicha a, b, c punktlarning birortasini bajarilmasligi, talabaning 1-ON dan o’tmaganligini anglatadi va 2-ON ga ruxsat berilmaydi. 1-ON ni topshirishni oxirgi muddati 2-ON ning boshlanish sanasigacha. 1-ON dan kamida qoniqarli baho olingan taqdirda 2-ON ga ruxsat beriladi. <u>2-ON uchun talabaga:</u> a) 8-13 mavzular bo’yicha tuzilgan savollarga yozgan yozma ishi (yoki bajargan testi) ga olgan bahosi; b) 6-9 amaliy va 4-6 laboratoriya ishlari bo’yicha olgan bahosi; c) 9-15 mustaqil ish mavzulari asosida bajargan ishlaridan olgan bahosi o’rtachalaridan hisoblangan baho qo’yiladi, ya’ni: $2-ON = (a+b+c)$. 2-ON bo’yicha a, b, c punktlarning birortasini bajarilmasligi talabaning 2-ON dan o’tmaganligini anglatadi va YaN ga ruxsat berilmaydi. 2-ON ni topshirishning oxirgi muddati YaN ning boshlanish sanasigacha. 2-ON dan kamida qoniqarli baho olingan taqdirda YaN ga ruxsat beriladi. YaN da talabaga barcha o’tilgan mavzular doirasida tuzilgan savollar bo’yicha yozgan yozma ish (yoki bajargan testi) uchun baho qo’yiladi. YaNdan kamida qoniqarli baho olingan taqdirda talaba fanni o’zlashtirgan hisoblanadi va 6 kreditga ega bo’ladi.
6.	Asosiy adabiyotlar 1. Shamshidinov I.T. Noorganik moddalar va mineral o’g’itlar texnologiyasi. Darслик. – T.: Iqtisod-moliya, 2014. – 360 b. 2. Mirzaqulov X.Ch., Shamsiddinov I.T., To’raev Z. Murakkab o’g’itlar ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari. O’quv qo’llanma. – T., “Tafakkur bo’stoni”, 2013. - 216 b. 3. Исмаилов А.А., Отакузиев Т.А., Исмоилов Н.П., Мирзаев Ф.М. Ноорганик моддалар кимёвий технологияси. Дарслик. Т., Ўзбекистон, 2002, 336 б. 4. Эркаев А.У., Якубов Р.Я., Терехин Е.Л. “Тузлар тизимининг график тахлили”, Т., “Мухаррир нашриёти”, услубий қўлланма, 2012, 375б.

	Qo'shimcha adabiyotlar Мирзиёев Ш.М Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови.— Т.:Ўзбекистон, 2017. – 48 б. 17.Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. – Т.:Ўзбекистон, 2016. – 56 б. 18.Мирзиёев Ш.М.Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга кураамиз.— Т.:Ўзбекистон, 2017. – 488 б. 19.Мельников Е.Я. и др. Технология неорганических веществ и минеральных удобрений. Учебник. М.: Химия, 1983, 431 с. 20.Викторов М.М. Графические расчеты в технологии неорганических веществ. Учебник. Л.: Химия, 1972, 462 с. 21.Ismail Tosun. The Thermodynamics of Phase and Reaction Equilibria. Elsevier, USA , 2012. 22.Соколовский А.А., Яхонтова Е.Л. Применение равновесных диаграмм растворимости в технологии минеральных солей. Учебник. –М.: Химия, 1982. -264 с. Axborot manbaalari 23.www.texhologiy.ru 24.www.google.ru 25.www.ziyonet.uz 26.www.google.uz 27.www.chemport.ru
7.	Fanning o'quv dasturi Namangan muhandislik – qurilish instituti tomonidan ishlab chiqilgan va tasdiqlangan.
8.	Fan / modul uchun mas'ullar: F.Soddiqov – NamMQI Kimyoviy texnologiya kafedrası dotsenti, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD).
9.	Taqrizchilar: I.Shamshidinov – NamMQI Kimyoviy texnologiya kafedrası professori, texnika fanlari doktori. Z.To'rayev. – NamMQI Kimyoviy texnologiya kafedrası professori, texnika fanlari doktori.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va O'rta maxsus ta'lim Vazirligi
Namangan muhandislik-qurilish instituti Sanoatni axborotlashtirish fakulteti
“Kimyoviy texnologiyi” kafedrası magistrantlariga
“Tuzlar tizimining grafik taxlilı” fanidan tarqatma material savollari

Variant 1

1. Fizik kimyoviy taxlilning asosiy tushunchalari.
2. Uch komponentli sistemalar va uchlik sistemlar plitermasi.
3. Bir komponentli sistealarda fazolar qonunining qo'llanilishi.
4. Kontsentratsiyani ifodalash usullari.
5. 12 t 26% li kaliy xlor eritmasi 100°C dan 0°C gacha sovutilganda, kattiq fazaga ajralgan tuz miqdorini aniqlang.

Variant 2

1. Fazalar qoidasi.
2. Uchlik sistemalarda uchburchakli koordinatalar diagrammalaridan foydalanish.
3. Ikki komponentli sistemalarning diagrammalari va ulaning gometrik xossleri.
4. Massalar ta'siri qonuni va muvozanat konstantasi.
5. 10 t 30% li kaliy xlor eritmasi 90°C dan -5°C gacha sovutilganda, kattiq fazaga ajralgan tuz miqdorini aniqlang.

Variant 3

1. Tuzlar sistemasi va ular tarkibini ifodalash usullari.
2. Ikki komponentli sistemalar tahlili.
3. Bir komponentli sistemalarning holat diagrammalari.
4. Qo'shaloq tuz hosil qilmaydigan uchlik sistema eruvchanlik egri chiig'i.
5. 18 t 29% li kaliy xlor eritmasi 100°C dan -2°C gacha sovutilganda, kattiq fazaga ajralgan tuz miqdorini aniqlang.

Variant 4

1. Fizik-kimyoviy diagramma.
2. Eritmaning kontsentratsiyasini izotermik suyultirish.
3. Fazalar qonuni, uning hulosalari va sistemalarni sinflashda qo'llanilishi.
4. To'g'ri burchakli koordinatalardagi uchlik sistemalar.
5. 13 t 30% li kaliy xlor eritmasi 90°C dan +2°C gacha sovutilganda, kattik fazaga ajralgan tuz mikdorini aniklang.

Variant 5

1. Ikki komponentli sistemalar.
2. Kristallogidratlar eruvchanlik egri chizig'i.
3. Fizik-kimyoviy analiz tadqiqot usullari.
4. Uch komponentli sistemalarni uchburchak yordamida grafik ifodalashning Gibbs usuli.
5. 15 t 30% li kaliy xlor eritmasi 75°C dan -4°C gacha sovutilganda, kattiq fazaga ajralgan tuz miqdorini aniqlang.

Variant 6

1. Ikkilik sistemalar uchun birlashtiruvchi to'g'ri chiziq va richag qoidasi.
2. Uchburchakli kordinatalar sistemasida uch komponentli sistema diagrammasining ko'rinishi.
3. Eritmalarni suyultirish va aralashtirish.
4. Bir komponentli sistemalar. Bug'lanish va sublimatsiya chiziqlari.
5. 8t 32% li kaliy xlor eritmasi 100°C dan +2°C gacha sovutilganda, kattiq fazaga ajralgan tuz miqdorini aniqlang.

Variant 7

1. Ochiq maksimumli eruvchanlik egri chizig'i.
2. Uch komponentli sistemalarni uchburchak yordamida grafik ifodalashning Rozebum usuli.
3. Eritmani izotermik bug'latish va svitish.
4. Bir komponentli sistemalar. Klauzius-Klapeyron tenglamasi.
5. 35 t 32% li kaliy xlor eritmasi 100°C dan -4°C gacha sovutilganda, kattiq fazaga ajralgan tuz miqdorini aniqlang.

Variant 8

1. Yopiq maksimumli eruvchanlik egri chizig'i.
2. Uchlik sistemalar uchun birlashtiruvchi to'g'ri chiziq va richag qoidasi.
3. Bir komponentli sistemalar. Le-SHatel'ye printsiipi va uning qo'lanilishi.
4. Ikki komponentli sistemalar tahlili. Eritmani izotermik bug'latish va svitish.
5. 19 t 31% li kaliy xlor eritmasi 100°C dan -5°C gacha sovutilganda, kattiq fazaga ajralgan tuz miqdorini aniqlang.

Variant 9

1. Uch kmponentli sistemalar va uchlik sistemlar plitermasi.
2. O'zaro almashinuvchi $2\text{NaCl} + \text{MgSO}_4 = \text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ sistemasining taxlili.
3. To'rt komponentli oddiy sistema izotermasini markaziy aksi.

4. 2000kg 35%-li NaBr eritmasi vakuum ostida 70°C da to'yingan eritma olinguncha bo'g'latildi. Bo'g'latilgan suv miqdorini toping

5. 5% NaCl, 20% KCl va 75% H₂O biriktirgan eritma 100°C da bo'g'latildi. Bu jarayonda eng kup KCl ajratib olish mumkin bo'lgan xolatni, va buning uchun bo'g'latish kerak bo'lgan suv miqdorini aniqlang. Masalani o'zgarmas komponentlar asosida, Richag qoydasi asosida hamda jarayonning moddiy balans tenglamalari yordamida bajaring.

Variant 10

1. Uchlik sistemalarda uchburchakli koordinatalar diagrammalaridan foydalanish

2. O'zaro almashinuvchi juft tuzlar $KCl + NH_4NO_3 = KNO_3 + NH_4Cl$ (Kaliy xlorid va ammoniy nitratdan kaliy selitrasini olish konversiya usuli)

3. To'g'ri burchakli koordinatalarda oddiy to'rt komponentli sistema izotermasi.

4. Qattiq fazada 100kg NaBr olish uchun 1000kg 35%li NaBr eritmasidan 90°C da qancha suvni bo'g'latish kerak.

5. 7% NaCl, 19% KCl va 74% H₂O biriktirgan eritma 100°C da bo'g'latildi. Bu jarayonda eng kup KCl ajratib olish mumkin bo'lgan xolatni, va buning uchun bo'g'latish kerak bo'lgan suv miqdorini aniqlang. Masalani o'zgarmas komponentlar asosida, Richag qoydasi asosida hamda jarayonning moddiy balans tenglamalari yordamida bajaring.

Variant 11

1. Qo'shaloq tuz hosil qilmaydigan uchlik sistema eruvchanlik egri chiig'i.

2. $2KCl + Na_2SO_4 = 2NaCl + K_2SO_4$ o'zaro almashinuvchi sistemaning grafik xisobi.

3. Oddiy to'rt komponentli sistemalar.

4. 55% li 1000kg NaBr eritmasi 100°C dan -10°C sovutganimizda qattiq fazaga qanday tuz va qancha miqdorda ajraladi.

5. 8% NaCl, 18% KCl va 74% H₂O biriktirgan eritma 100°C da bo'g'latildi. Bu jarayonda eng kup KCl ajratib olish mumkin bo'lgan xolatni, va buning uchun bo'g'latish kerak bo'lgan suv miqdorini aniqlang. Masalani o'zgarmas komponentlar asosida, Richag qoydasi asosida hamda jarayonning moddiy balans tenglamalari yordamida bajaring.

Variant 12

1. O'zaro almashinuvchi to'rtlik sistemalar yordamida soda olish jarayoni taxlili (Mirabilitdan).

2. Uchburchakli diagramani murakkab o'g'itlar tarkibini grafik xisoblash uchun qo'llash.

3. Uch komponentli sistemalarni uchburchak yordamida grafik ifodalashning Gibbs usuli.

4. 1000kg 55%li NaBr eritmasini 100°C dan -10°C gacha sovutganda qancha miqdorda NaBr va NaBr*2H₂O kristallaridan olish mumkin.

5. 4% NaCl, 22% KCl va 74% H₂O biriktirgan eritma 100°C da bo'g'latildi. Bu jarayonda eng kup KCl ajratib olish mumkin bo'lgan xolatni, va buning uchun bo'g'latish

kerak bo'lgan suv miqdorini aniqlang. Masalani o'zgarmas komponentlar asosida, Richag qoydasi asosida hamda jarayonning moddiy balans tenglamalari yordamida bajaring.

Variant 13

1. O'zaro almashinuvchi to'rtlik sistemalar yordamida soda olish jarayoni taxlili (Ammiakli usulda).

2. Uch komponentli sistemalarni uchburchak yordamida grafik ifodalashning Rozebum usuli.

3. O'zaro almashinuvchi to'rtlik sistemalarni eruvchanlik izotermalari.

4. 2000kg 33%-li NaBr eritmasi vakuum ostida 70°C da to'yingan eritma olinguncha bo'g'latildi. Bo'g'latilgan suv miqdorini toping

5. 6% NaCl, 20% KCl va 74% H₂O biriktirgan eritma 75°C da bo'g'latildi. Bu jarayonda eng kup KCl ajratib olish mumkin bo'lgan xolatni, va buning uchun bo'g'latish kerak bo'lgan suv miqdorini aniqlang. Masalani o'zgarmas komponentlar asosida, Richag qoydasi asosida hamda jarayonning moddiy balans tenglamalari yordamida bajaring.

Variant 14

1. Uchburchakli kordinatalar sistemasida uch komponentli sistema diagrammasining ko'rinishi.

2. Tuzlarning almashinib parchalanishini umumiy sharoitlari.

3. Uchlik sistemalar uchun birlashtiruvchi to'g'ri chiziq va richag qoidasi.

4. Qattiq fazada 90kg NaBr olish uchun 1000kg 35%li NaBr eritmasidan 90°C da qancha suvni bo'g'latish kerak.

5. 7% NaCl, 19% KCl va 74% H₂O biriktirgan eritma 75°C da bo'g'latildi. Bu jarayonda eng kup KCl ajratib olish mumkin bo'lgan xolatni, va buning uchun bo'g'latish kerak bo'lgan suv miqdorini aniqlang. Masalani o'zgarmas komponentlar asosida, Richag qoydasi asosida hamda jarayonning moddiy balans tenglamalari yordamida bajaring.

Variant 15

1. Eritmalarni izotermik bug'latishning miqdoriy hisoblari.

2. O'zaro ta'sir etuvchi to'rtlik sistemalarni politermik diagrammalarini xossalari.

3. To'rtlik o'zaro almashinuvchi sistemalarni Levengerts bo'yicha grafik tasvirlash.

4. 55% li 1000kg NaBr eritmasi 100°C dan -12°C sovutganimizda qattiq fazaga qanday tuz va qancha miqdorda ajraladi.

5. 8% NaCl, 18% KCl va 74% H₂O biriktirgan eritma 75°C da bo'g'latildi. Bu jarayonda eng kup KCl ajratib olish mumkin bo'lgan xolatni, va buning uchun bo'g'latish kerak bo'lgan suv miqdorini aniqlang. Masalani o'zgarmas komponentlar asosida, Richag qoydasi asosida hamda jarayonning moddiy balans tenglamalari yordamida bajaring.

variant 16

1. O'zaro almashinuvchi to'rtlik sistemalarni Ieneke bo'yicha grafik tasvirlash.
2. Kvadratga qurilgan diagramma tasviri.
3. To'g'ri burchakli koordinatalardagi uchlik sistemalar.
4. 1000kg 55%li NaBr eritmasini 100°C dan -12°C gacha sovutganda qancha miqdorda NaBr va NaBr*2H₂O kristallaridan olish mumkin.
5. 4% NaCl, 22% KCl va 74% H₂O biriktirgan eritma 75°C da bo'g'latildi. Bu jarayonda eng kup KCl ajratib olish mumkin bo'lgan xolatni, va buning uchun bo'g'latish kerak bo'lgan suv miqdorini aniqlang. Masalani o'zgarmas komponentlar asosida, Richag qoydasi asosida hamda jarayonning moddiy balans tenglamalari yordamida bajaring.

Tuzuvchi:



F.Umarov

Kafedra mudiri:



Z.Mamadjanov

O'zbekiston Respublikasi Oliy va O'rta maxsus ta'lim Vazirligi
Namangan muhandislik-qurilish instituti Sanoatni axborotlashtirish fakulteti
“Kimyoviy texnologiyi” kafedrası magistrantlariga
“Tuzlar tizimining grafik taxlili” fanidan test savollari

1. Fizik-kimyoviy tahlilning vazifasi nimadan iborat?

- A. Fizik-kimyoviy taxlilni vazifasi kimyoviy muvozanatdagi sistemaning o'zgarishini fizik va geometrik usullar bilan o'rganishdan iborat.
- B. Fizik-kimyoviy taxlilni vazifasi kimyoviy sistemaning o'zgarishini fizik va geometrik usullar bilan o'rganishdan iborat.
- V. Fizik-kimyoviy taxlilni vazifasi kimyoviy muvozanatdagi sistemaning o'zgarishini fizik usullar bilan o'rganishdan iborat.
- G. Fizik-kimyoviy taxlilni vazifasi kimyoviy muvozanatdagi sistemaning o'zgarishini geometrik usullar bilan o'rganishdan iborat.

2. Fizik-kimyoviy tahlilning asosiy tushunchalari nimalar?

- A. Sistema., Sistema xolati, Faza, Sistemaning tarkibi , komponentlar soni, termodinamik xossalari , erkinlik darajalari soni .
- B. Sistema., Sistema xolati, Sistemaning tarkibi , termodinamik xossalari , erkinlik darajalari soni.
- V. Sistema., Sistema xolati, Faza, Sistemaning tarkibi , komponentlar soni.
- G. Sistema., Sistema xolati, Faza, Sistemaning tarkibi , komponentlar soni, termodinamik xossalari ,

3. Sistemaning termodinamik xossasini kanday omillar belgilaydi.

- A. harorat (T), hajm(V), bosim(R), konsentratsiya (S).
- B. harorat (T), konsentratsiya (S) .
- V. harorat (T), bosim(R), konsentratsiya (S) .
- G. hajm(V), bosim(R), konsentratsiya (S)

4. Komponentlar soni deb nimaga aytiladi?

- A. Sistemadan ajratib olinganda mustaqil mavjud bo'la oladigan moddalar- komponentlar yoki tarkibiy qismlar deyiladi.
- B. Sistemadan ajratib olinganda mustaqil mavjud bo'la olmaydigan moddalar- komponentlar yoki tarkibiy qismlar deyiladi.
- V. Sistemadan ajratib olinganda mustaqil mavjud bo'la oladigan elementlr- komponentlar yoki tarkibiy qismlar deyiladi.
- G. Sistemadan ajratib olinganda mustaqil mavjud bo'la oladigan ionlar- komponentlar yoki tarkibiy qismlar deyiladi.

5. Erkinlik darajalar soni deb nimaga aytiladi?

- A. Sistemaning kimyoviy xossasini aniqlash uchun zarur bo'lgan omillarning eng kichik soni – **erkinlik darajalari soni** deyiladi.
- B. Sistemaning termodinamik xossasini aniqlash uchun zarur bo'lgan omillarning eng kichik soni – **erkinlik darajalari soni** deyiladi.
- V. Moddaning termodinamik xossasini aniqlash uchun zarur bo'lgan omillarning eng kichik soni – **erkinlik darajalari soni** deyiladi.

G. Elementning termodinamik xossasini aniqlash uchun zarur bo'lgan omillarning eng kichik soni – **erkinlik darajalari soni** deyiladi.

6. Fazalar qoidasi.

A. Muvozanatda turgan geterogen sistemani xarakterlovchi ikki kattalik: fazalar soni F , komponentlar soni K ni, bir-biri bilan bog'laydi.

B. Muvozanatda turgan geterogen sistemani xarakterlovchi uch kattalik: fazalar soni F , komponentlar soni K , erkinlik darajalar soni F ni bir-biri bilan bog'laydi.

V. Muvozanatda turgan geterogen sistemani xarakterlovchi ikki kattalik: fazalar soni F , erkinlik darajalar soni F ni bir-biri bilan bog'laydi.

G. Muvozanatda turgan geterogen sistemani xarakterlovchi ikki kattalik: komponentlar soni K , erkinlik darajalar soni F ni bir-biri bilan bog'laydi

7. Izolyatsiyalangan sistema nima?

A. Agarda sistema boshqa sistema bilan energiya ham, modda ham almashmasa.

B. Agarda faqat energiya almashsa.

V. Sistemada boshqa sistema (tashqi muhit) bilan energiya va modda almashsa.

G. Agarda faqat massa almashsa.

8. Yopiq sistema degani nima?

A. Agarda faqat energiya almashsa.

B. Sistemada boshqa sistema (tashqi muhit) bilan energiya va modda almashsa.

V. Agarda sistema boshqa sistema bilan energiya ham, modda ham almashmasa.

G. Agarda faqat massa almashsa.

9. Ochiq sistema degani nima?

A. Agarda sistema boshqa sistema bilan energiya ham, modda ham almashmasa.

B. Agarda faqat massa almashsa.

V. Sistemada boshqa sistema (tashqi muhit) bilan energiya va modda almashsa.

G. Agarda faqat energiya almashsa.

10. Uzaro almashinuvchi sistemani ko'rsatign.

A. $H_2O-NaCl-Na_2SO_4$

B. $NaNO_3$

V. $KCl+Na_2SO_4$

G. $Na_2O-Na_2SiF_6$

11. Turt komponentli sistema kelnirilgan javobni ko'rsatign.

A. $NaCl+KCl+MgCl_2+H_2O$

B. $H_2O-NaCl-Na_2SO_4$

V. $NaNO_3$

G. $Na_2O-Na_2SiF_6$

12. Uch komponentli sistemalarga misollar keltiring.

A. $NaCl+KCl+MgCl_2+H_2O$

B. $NaCl+KCl+H_2O$

V. $Na_2O-Na_2SiF_6$

G. $NaNO_3$

13. Bir komponentli sistemalarga misollar keltiring.

A. $NaNO_3$

B. $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}-\text{Na}_2\text{SO}_4$

V. $\text{NaCl}+\text{KCl}+\text{MgCl}_2+\text{H}_2\text{O}$

G. $\text{Na}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{SiF}_6$

14. Ikki komponentli sistemalarga misollar keltiring.

A. $\text{NaCl}+\text{H}_2\text{O}$, $\text{KCl}+\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2+\text{H}_2\text{O}$

B. $\text{Na}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{SiF}_6$

V. NaNO_3

G. $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}-\text{Na}_2\text{SO}_4$

15. o‘zaro ta’sir etish imkoniyatiga ega bo‘lgan modda (yoki jism)lar majmuasi.

A. Sistema.

B. Sistema xolati.

V. Faza.

G. Sistemaning tarkibi.

16.tarkibi va xossalari bir xil bo‘lgan sistemaning gomogen qismi.

A. Faza.

B. Sistema xolati.

V. Sistema.

G. Sistemaning tarkibi.

17.komponentlar soni, termodinamik xossalari esa – erkinlik darajalari soni bilan xarakterlanadi.

A. Faza.

B. Sistemaning tarkibi.

V. Sistema xolati.

G. Sistema.

18. Sistemaning termodinamik xossasi bilan xarakterlanadi.

A. harorat(T), hajm(V), bosim(R), konsentratsiya (S).

B. harorat(T), bosim(R), konsentratsiya (S).

V. harorat(T), hajm (V), konsentratsiya (S).

G. harorat(T), hajm (V), bosim(R).

19. Sistemaning termodinamik xossasini aniqlash uchun zarur bo‘lgan omillarning eng kichik sonideyiladi.

A. Erkinlik soni.

B. Fazalar qoidasi.

V. Erkinlik darajalari soni.

G. Faza.

20.muvozanatda turgan sistemani fazalar sonini o‘zgartirmasdan turib, ma’lum chegarada o‘zgartirilishi mumkin bo‘lgan mustaqil omillar sonidir (T-temperatura, R-bosim va komponentlar, konsentratsiyasi).

A. Erkinlik soni.

B. Erkinlik darajasi soni.

V. Faza.

G. Fazalar qoidasi.

21. muvozanatda turgan geterogen sistemani xarakterlovchi uch kattalik: fazalar soni, komponentlar soni, erkinlik darajalar sonini bir-biri bilan bog'laydi.

A. Fazalar qoidasi.

B. Erkinlik darajasi soni.

V. Erkinlik soni.

G. Faza.

22.moddalarning miqdoriga bog'liq bo'lgan xossalar.

A. Ekstensiv xossalar.

B. Intensiv xossalar.

V. Solishtirma xajm.

G. Konsentratsiya.

23.moddalarning miqdoriga bog'liq bo'lmagan xossalar; harorat, solishtirma xajm, konsentratsiya va boshqalar.

A. Ekstensiv xossalar.

B. Intensiv xossalar.

V. Solishtirma xajm.

G. Konsentratsiya.

24. Sistemalarni fizik-kimyoviy taxlili nimani o'rganishga asoslangan.

A. Suyuqlanish, eruvchanlik.

B. Suyuqlanish, eruvchanlik va mikrotuzilishlar.

V. Eruvchanlik va mikrotuzilishlarni.

G. Eruvchanlik

25. Agarda sistemada yuqori bo'lmagan haroratlarda, suyuq faza bo'lsa, bunday fazoviy diagrammadeyiladi.

A. Eruvchanlik diagrammasi

B. Suyuqlanish diagrammasi.

V. Suyuqlanish.

G. Eruvchanlik.

26. Gomogen sistema necha jinsli bo'ladi?

A. Ikki jinsli.

B. Bir jinsli.

V. Uch jinsli.

G. Ko'p jinsli.

27. Geterogen sistema necha jinsli bo'ladi?

A. Ko'p jinsli.

B. Ikki jinsli.

V. Bir jinsli.

G. Uch jinsli.

28. Politermik diagrammalar qanday sistemada ifodalanadi.

A. Tuz sistemasida ifodalanadi.

B. Suv-tuz sistemasida ifodalanadi.

V. Suv sistemasida ifodalanadi.

G. Suv kislota va tuz sistemasida ifodalanadi.

29. Diagrammada sistemaning harorati va tarkibini ko'rsatgan nuqtadeyiladi.

- A. Figurativ nuqta
- B. Suyuqlanish harorati
- V. Muzlash harorati
- G. Kristallanish

30. Solidus deganidir.

- A. Qattiqlik.
- B. Suyuqlik.
- V. Erish.
- G. Yumshoqlik

31. Likvidus..... deganidir

- A. Qattiqlik.
- B. Suyuqlik.
- V. Erish.
- G. Yumshoqlik

32. Sistemada boradigan erish va kristallanish jarayonida muvozanatdagi suyuq va qattiq faza tarkibi bir hil bo'lsa deyiladi.

- A. Kongruent fazalar jarayoni.
- B. Distektik nuqta.
- V. Faza.
- G. Inkongruent jarayon

33. Kongruent..... deganidir.

- A. Mos keluvchi.
- B. Mos kelmaydi.
- V. Eriydi.
- G. Erimaydi.

34. Eruvchanlik egri chizig'ida, muayyan bir haroratda muvozanatdagi suyuq faza va kimyoviy birikma kristallari tarkibiga to'g'ri kelgan maksimum.....deyiladi

- A. Distektik nuqta.
- B. Kongruent fazalar jarayoni
- V. Faza
- G. Inkongruent jarayon

35. 1000 mol suvdagi ma'lum sondagi tuz mollarini biriktirgan eritma miqdorideb ataladi.

- A. Normal birlik.
- B. Molyar birlik.
- V. Foizli birlik
- G. Molyal birlik

36. Inversiya nuqtasi necha komponentli sistemalarda mavjud?

- A. To'rt komponentli.
- B. Ikki komponentli.
- V. Uch komponentli.

G. Bir komponentli.

37. To'rt komponentli sistemadagi maydonlar chegarasi o'zgaradimi?

A. O'zgarmaydi.

B. O'zgaradi.

V. Ikki tuzda o'zgaradi.

G. Bitta tuzda o'zgaradi.

38. Umumiy ionga ega bo'lmagan ikki tuz va suvli sistemalarda muvozanat nechta komponent o'rtasida o'rnatiladi?

A. Uch komponentli.

B. Bir komponentli.

V. To'rt komponentli.

G. Ikki komponentli.

39. Bir xil ionga ega bo'lgan ikki tuz va suvli sistemalarda muvozanat nechta komponent o'rtasida o'rnatiladi?

A. Bir komponentli.

B. Uch komponentli.

V. To'rt komponentli.

G. Ikki komponentli.

40. Umumiy ionga ega bo'lgan uchta tuz va suvli sistemalarda muvozanat nechta komponent o'rtasida o'rnatiladi?

A. Bir komponentli.

B. To'rt komponentli.

V. Uch komponentli.

G. Ikki komponentli.

41. Eritma tarkibida kationlar magniy va kaliydan iborat bo'lsa, anionlar xlorid bo'lsa necha komponentli sistema hisoblanadi.

A. Bir komponentli.

B. To'rt komponentli.

V. Uch komponentli.

G. Ikki komponentli.

42. Eritma tarkibida kationlar kalsiy va kaliydan iborat bo'lsa, anionlar xlorid bo'lsa necha komponentli sistema hisoblanadi

A. Bir komponentli.

B. Uch komponentli.

V. To'rt komponentli.

G. Ikki komponentli.

43. Eritma tarkibida kationlar natriy va kaliydan iborat bo'lsa, anionlar xlorid bo'lsa necha komponentli sistema hisoblanadi

A. Uch komponentli.

B. Bir komponentli.

V. To'rt komponentli.

G. Ikki komponentli.

44. Eritma tarkibida kationlar kaliydan iborat bo'lsa, anionlar xlorid va sulfat bo'lsa necha komponentli sistema hisoblanadi

- A. Uch komponentli.
- B. Bir komponentli.
- V. To'rt komponentli.
- G. Ikki komponentli.

45. Eritma tarkibida kationlar kalsiy iborat bo'lsa, anionlar xlorid bo'lsa necha komponentli sistema hisoblanadi

- A. Bir komponentli.
- B. Uch komponentli.
- V. To'rt komponentli.
- G. Ikki komponentli.

46. Eritma tarkibida kationlar natriydan iborat bo'lsa, anionlar xlorid bo'lsa necha komponentli sistema hisoblanadi

- A. Uch komponentli.
- B. Bir komponentli.
- V. To'rt komponentli.
- G. Ikki komponentli.

47. Eritma tarkibida kationlar kaliydan iborat bo'lsa, anionlar xlorid bo'lsa necha komponentli sistema hisoblanadi

- A. Ikki komponentli.
- B. Bir komponentli.
- V. To'rt komponentli.
- G. Uch komponentli.

48. Eritma tarkibida kationlar natriydan iborat bo'lsa, anionlar sulfat bo'lsa necha komponentli sistema hisoblanadi

- A. Bir komponentli.
- B. Ikki komponentli.
- V. To'rt komponentli.
- G. Uch komponentli.

49. Eritma tarkibida kationlar natriydan iborat bo'lsa, anionlar xlorid, sulfat va yodid bo'lsa necha komponentli sistema hisoblanadi

- A. Bir komponentli.
- B. Ikki komponentli.
- V. To'rt komponentli.
- G. Uch komponentli.

50. Eritma tarkibida kationlar kaliydan iborat bo'lsa, anionlar xlorid, sulfat va yodid bo'lsa necha komponentli sistema hisoblanadi

- A. To'rt komponentli.
- B. Ikki komponentli.
- V. Bir komponentli.
- G. Uch komponentli.

51. Eritma tarkibida kationlar natriy va kaliydan iborat bo'lsa, anionlar xlorid va nitrat bo'lsa necha komponentli sistema hisoblanadi

- A. To'rt komponentli.
- B. Ikki komponentli.
- V. Bir komponentli.
- G. Uch komponentli.

52. Eritma tarkibida kationlar natriy va kaliydan iborat bo'lsa, anionlar nitrat bo'lsa necha komponentli sistema hisoblanadi

- A. Bir komponentli.
- B. Ikki komponentli.
- V. To'rt komponentli.
- G. Uch komponentli.

53. Eritma tarkibida kationlar kaliydan iborat bo'lsa, anionlar nitrat bo'lsa necha komponentli sistema hisoblanadi

- A. Bir komponentli.
- B. Ikki komponentli.
- V. To'rt komponentli.
- G. Uch komponentli.

54. Qo'shaloq tuz necha komponentli sistema hisoblanadi

- A. Bir komponentli.
- B. Ikki komponentli.
- V. To'rt komponentli.
- G. Uch komponentli.

55. Qo'shaloq tuz suvda eriganda necha komponentli sistema hisoblanadi

- A. Bir komponentli.
- B. Ikki komponentli.
- V. To'rt komponentli.
- G. Uch komponentli.

56. Silvinit minerali suvda eriganda necha komponentli sistema hisoblanadi

- A. Bir komponentli.
- B. Ikki komponentli.
- V. To'rt komponentli.
- G. Uch komponentli.

57. $3K_2SO_4 \cdot Na_2SO_4$ – glazerit minerali suvda eriganda necha komponentli sistema hisoblanadi?

- A. Uch komponentli.
- B. Ikki komponentli.
- V. To'rt komponentli.
- G. Bir komponentli.

58. $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$ – leonit minerali suvda eriganda necha komponentli sistema hisoblanadi

- A. Uch komponentli.
- B. Ikki komponentli.

V. To‘rt komponentli.

G. Bir komponentli.

59. $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$ – shenit minerali suvda eriganda necha komponentli sistema hisoblanadi

A. Uch komponentli.

B. Ikki komponentli.

V. To‘rt komponentli.

G. Bir komponentli.

60. $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ – langbeynit minerali suvda eriganda necha komponentli sistema hisoblanadi

A. Uch komponentli.

B. Ikki komponentli.

V. To‘rt komponentli.

G. Bir komponentli.

61. $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$ – poligalit minerali suvda eriganda necha komponentli sistema hisoblanadi

A. Uch komponentli.

B. Ikki komponentli.

V. To‘rt komponentli.

G. Bir komponentli.

62. Suv va umumiy ionga ega bo‘lmagan ikki tuzdan iborat sistema ham to‘rt komponentli bo‘lib, bunday sistemadeyiladi.

A. O‘zaro almashinuvchi sistema.

B. Sistema.

V. Eritma.

G. Aralashma.

63. Uch komponentli sistemalar

A. Suv va bir xil ionli ikki tuz.

B. Bir xil ionli ikki tuz.

V. Suv va bir xil ionli uchta tuz.

G. Ikki xil ionli to‘rtta tuz.

64. Fazalar soni qaysi harf bilan belgilanadi.

A. F.

B. K.

V. Φ .

G. C.

65. Omillardan biri (bosim yoki xarorat) doimiy bo‘lsa erkinlik darajasini shartli soni bir birlikka kamayadi.

A. $F_{SHARTLI} = K - F + 1$.

B. $K=1, 2$.

V. $F_{SHARTLI} = K - F + 2$.

G. $F_{SHARTLI} = K - F + 3$.

66. Geterogen sistemalar ikki sinfga bo‘linadi va ular qaysilari hisoblanadi.

- A. Ikki va hokazo komponentli.
- B. Erkinlik darajalari soni bo'yicha komponentlar soniga qarab.
- V. $F=0$ nol variantli, $F=1$ bir yoki mono variantli.
- G. $F=1$ bir yoki mono variantli.

67. Gomogen sistemalarga nimalar

- A. Gazlar aralashmasi, eritma, toza kristal modda.
- B. Gazlar va changlar aralashmasi.
- V. Muz va suvning aralashmasi.
- G. Kimyoviy ko'pjinsli sistema.

68.-bu termodinamik sistema bo'lib, sistema qismlarini bir biridan fizik tuzilishi yoki kimyoviy xossalari bo'yicha farqlanadigan yuzalar bo'lishi mavjud emas sistemadir.

- A. Geterogen sistema.
- B. Gomogen sistema.
- V. Sistema.
- G. Faza.

69.-bu turli fizikaviy va kimyoviy xossalariga va bir birini ajaratuvchi yuza qismlariga ega bo'lgan qismlardan tarkib topgan termodinamik sistemadir.

- A. Geterogen sistema.
- B. Gomogen sistema.
- V. Sistema.
- G. Faza.

70.-bu sistemaning mustaqil tarkibiy qismlaridir.

- A. Komponentlar.
- B. Gomogen sistema.
- V. Sistema.
- G. Geterogen sistema.

71. Sistemaning xolati qanday parametrlar bilan xarakterlanadi.

- A. Bosim solishtirma xajm, xarorat, konsentratsiya.
- B. Xarorat, bosim xossalari.
- V. Kristallografik va magnit xossalari.
- G. Elektr, kristallografik xossalar.

72. Erkinlik darajalari soni bo'yicha invariantli bo'lsa, u qanday variantli bo'ladi.

- A. Mono variantli.
- B. Nol variantli.
- V. Bivariantli.
- G. Divariant.

73. Agarda komponentlar bir necha tarkibli birikma hosil qilsa, distetik nuqtalar soni birikmalar soniga

- A. teng bo'ladi.
- B. teng bo'lmaydi.
- V. nol variantli bo'ladi.
- G. invariantli bo'ladi.

74. Sistemada bir dona distektik nuqta bo'lsa nechta kristallogidrat bo'ladi.

- A. Bir dona.
- B. Ikki dona.
- V. Uch dona.
- G. To'rt dona.

75. Sistemada ikkita distektik nuqta bo'lsa nechta kristallogidrat bo'ladi.

- A. Bir dona.
- B. Ikki dona.
- V. Uch dona.
- G. To'rt dona.

76. Sistemada uchta distektik nuqta bo'lsa nechta kristallogidrat bo'ladi.

- A. Bir dona.
- B. Ikki dona.
- V. Uch dona.
- G. To'rt dona.

77. Eritmada Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Cl^- ionlari mavjud, bo'nday sistema necha komponentli sistema.

- A. To'rt.
- B. Uch.
- V. Ikki.
- G. Bir.

78. Uchlik aralashmalarni tarkibini Gibbs usulida qaysi formula asosida topiladi.

- A. $M_k + M_m + M_n = 100\%$.
- B. $M_k - M_m - M_n = 100\%$.
- V. $M_k - M_m + M_n = 100\%$.
- G. $M_k + M_m - M_n = 100\%$.

79. Uchburchak ABS uchlarida sistemani toza komponentlari figurativ nuqtalari joylashadi 100 % li A,B va S nuqtalar A nuqtada A modda – necha %, S nuqtada S modda - necha%, B nuqtada B modda - necha % deb qabul qilinadi.

- A. 100.
- B. 150.
- V. 50.
- G. 200.

80. Sistema tarkibida A- $M_k\%$ B- $M_m\%$ va S- $M_p\%$, bo'lsa qaysi formula asosida topiladi.

- A. $M_k - M_m + M_n = 100\%$.
- B. $M_k + M_m + M_n = 100\%$.
- V. $M_k + M_m - M_n = 100\%$.
- G. $M_k - M_m - M_n = 100\%$.

Tuzuvchi:

F.Umarov

Kafedra mudiri:

R. Najmiddinov