

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR
VAZIRLIGI**

NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

NOORGANIK KIMYO KAFEDRASI

**“NOORGANIK MODDALAR OLINISHINING NAZARIY
ASOSLARI”**

fanidan

**O'QUV – USLUBIY
MAJMU'A**



**Bilim sohasi: 500000 - Tabiiy Fanlar , matematika, statistika
Ta'lim sohasi: 530000 - Fizikaga oid fanlar
Magistratura yo'nalishi: 70530101- Kimyo (Fan yo'nalishlari
bo'yicha)**

Namangan-2023

Tuzuvchi:

T.A. SATTAROV - NamDU, texnika fanlari nomzodi, dotsent, Noorganik kimyo kafedra mudiri

Taqrizchi:

G'.A. DOLIYEV - NamDU, texnika fanlari doktori, dotsent

O'quv uslubiy majmua Namangan davlat universiteti Kengashininig 2023yil "____" _____dagi "___" – son yig'ilishida ko'rib chiqilgan va foydalanishga tavsiya etilgan.

MUNDARIJA

O'quv materiallar	
Ma'ruzalar matni	
Laboratoriya mashg'ulotlari	
Mustaqil ta'lim mashg'ulotlari	
Glossariy	
Ilovalar.....	
Fan dasturi.....	
Ishchi fan dasturi	
Tarqatma materiallar	
Testlar	

O‘QUV MATERIALLAR

MA‘RUZALAR MATNI

1- MAVZU. REAKSIYALARNING BORISH IMKONIYATLARINI BELGILOVCHI FAKTORLAR

Reja:

- 1. Tabiiy va ishlab chiqarish jarayonlarida kimyoviy kinetikaning o‘rni.*
- 2. Reaksiyalarning borishiga ta‘sir etuvchi faktorlar.*
- 3. Kimyoviy kinetikaning qo‘llanish soxasini aniqlash.*

Kimyoviy reaksiyalar tezligi haqidagi va bu tezlikka turli faktorlarning ta‘sirini tekshiradigan ta‘limotga kimyoviy kinetika deyiladi. Kimyoviy kinetikaning asosiy maqsadi, kimyoviy jarayonda yuqori reaksiya tezligini va maksimal miqdorda kerakli maxsulotni olishni boshqarishdan iboratdir. Kimyoviy reaksiyalarni tekshirishda ikki amaliy masala muhim amaliy ahamiyatga ega. Bularning birinchisi reaksiyaning muvozanati qaror topgandagi unumi, ya_ni ayni sharoitda dastlabki moddalarning oxirgi mahsulotlarga o_tishining maksimal darajasi va ikkinchisi reaksiyaning borish tezligidir. Reaksiyaning muvozanat holatidagi unumini hisoblashni termodinamikada o_rganiladi. Lekin jarayonning qancha davom etishi kimyoviy kinetikada tekshiriladi.

Kimyoviy jarayonlarni boshqaruvchi muhim faktlar, omillar to_rtta:

1. Temperatura

2. Bosim

3. Reaksiyaga kiruvchi moddalarning konsentratsiyalari

4. Katalizatorlar

Bu to_rtta faktorning uchtasi (temperatura, bosim va reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsenratsiyalari) reaksiyaning kuzatiladigan

tezligiga ham, muvozanatiga ham taʼsir etadi: toʻrtinchisi esa faqat reaksiya tezligiga taʼsir etadi. Baʼzi reaksiyalar ($H_2+Cl_2=2HCl$) tezligiga yorugʻlik ham taʼsir qiladi, shu bilan birga jarayonni boshqaruvchi muhim omillar biri moddalarning tabiati.

Kimyoviy kinetika qonunlari eritmalarda boradigan reaksiyalarni tekshirish natijasida topilgan quyidagi ikki prinsipga asoslanadi:

1. Reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyalari koʻpaytmasiga proporsional boʻladi (masalan taʼsir qonuni).

2. Ketma-ket borayotgan bir necha protsessni umumiy tezligi shular ichida eng sust beruvchi protsess tezligi bilan oʻlchanadi.

Kimyoviy kinetikaning nazariy va amaliy ahamiyati juda katta: kinetikani tekshirish reaksiyalarning qanday yoʻllar bilan borishini yaʼni molekulalar, atomlar va radikallarning oʻzaro taʼsir etish mexanizmini oʻrganishga yordam beradi. Shu bilan birga reaksiyalarning yoʻnalishini va ularning tezligini boshqarishga imkon beradi. Kerakli reaksiyaning tezligini oshirish va halal beradigan yonaki reaksiyalarning tezliklarini kamaytirish sanoatning ishlab chiqarish unumini oshirishga, xom ashyodan toʻlaroq foydalanishga, kam vaqt ichida koʻp mahsulot ishlab chiqarishga imkon beradi. Shu sababli reaksiyalarning qaysi sharoitda tez yoki sekin borishini aniqlashning va shunga qarab ularning tezliklarini oʻzgartira bilishning ahamiyati gʻoyat katta.

Kimyoviy reaksiyalarning kinetikasini tekshirish reaksiyalarning qanday yoʻllar bilan borishini yaʼni ularning mexanizmini oʻrganishga yordam beradi. Bu esa kimyoviy reaksiyalarning yoʻnalishini va ularning tezligini boshqarishga imkoniyat tugʻdiradi.

Kimyoviy reaksiyalarda o'z-o'zicha boradigan jarayonlarning va muayyan sharoitlarda mavjud bo'la oladigan sistema muvozanatining parametrlari bilan umumiy holda tanishib chiqish muximdir.

Sistemaning mavjud bo'lish sharoitlari	O'z-o'zicha boradigan jarayon ko'rsatkichlari	Sistemaning muvozanat ko'rsatkichi
Izolyasiyalangan sistema ($U = \text{const}$, $V = \text{const}$, $m = \text{const}$)	Entropiya S ortadi, $dS > 0$	Maksimal entropiya $dS = 0$, $d^2S < 0$
Doimiy hajmdagi izotermik sistema ($T = \text{const}$, $V = \text{const}$)	Gelmgolst energiyasi (izoxor-izotermik potensial) F kamayadi, $dF < 0$	Minimal Gelmgolst energiyasi $dF = 0$, $d^2F > 0$
Doimiy bosimdagi izotermik sistema ($T = \text{const}$, $p = \text{const}$)	Gibbs energiyasi (izobar-izotermik potensial) G kamayadi, $dG < 0$	Minimal Gibbs energiyasi $dG = 0$, $d^2G > 0$

Izolyasiyalangan sistemalar (tashqi muhit orqali energiya (U) va massa (m) bilan almashinmaydigan sistemalar) amalda juda kam uchraydi, shuning uchun asosiy e'tibor doimiy hajm (V) yoki doimiy bosimdagi (p) izotermik sistemalarga qaratiladi. Laboratoriya sharoitida sintezlarni o'tkazish uchun doimiy bosimdagi sistemalar muhim ahamiyatga ega, chunki ko'pgina sintezlarda bosim (masalan, atmosfera bosimi) doimiy saqlanib turiladi, reaksiyaga kirishuvchi aralashmaning hajmi esa sezilarli darajada o'zgarib turishi mumkin.

Kimyoviy jarayon sodir bo'layotgan sistemada, bir vaqtning o'zida ham entalpiya, ham entropiya o'zgarishi mumkin. Bunday hollarda o'zgarish bosimda sodir bo'ladigan jarayonlarni harakatga keltiruvchi kuch sistemada izobar potensialning o'zgarishi deb ataladi; uni ΔG bilan ishoralanadi.

Ma'lumki, Gibbs energiyasining o'zgarishi (ΔG) bilan entalpiya (ΔH) va entropiya (ΔS) o'zgarishlari orasida quyidagi bog'liqlik mavjud:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (1)$$

Jarayonning o'z-o'zicha borishi ($\Delta G < 0$) uchun eng qulay holat $\Delta H < 0$ va $\Delta S > 0$ bo'lganda vujudga keladi. Lekin $\Delta H > 0$ va $T\Delta S \gg 0$ yoki $T\Delta S < 0$ va $\Delta H \ll 0$ bo'ladigan holda ham jarayon borishi mumkin. Binobarin,

o'z-o'zicha boradigan jarayon faqat $\Delta G < 0$ bilan belgilanadi.

Izobar potensial yoki Gibbs energiyasi $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$; ΔH – entalpiya faktori deb yuritiladi. Ular bir-biriga qarama-qarshi intilishlarni ifodalaydi. ΔH sistemada tartibsizlikni kamaytirishga, $T\Delta S$ – tartibsizlik darajasini ko'paytirishga intiladi. $\Delta G = 0$ qiymatga ega bo'lganda entalpiya faktori uning entropiya faktoriga teng bo'ladi.

$\Delta H = T\Delta S$. Bu sharoitda sistema muvozanat holatiga keladi. O'z-o'zicha sodir bo'ladigan reaksiyalar uchun $\Delta G < 0$ dir.

Shunga qaramasdan, reaksiyaning o'z-o'zicha borish ko'rsatkichi sifatida ko'pincha $\Delta H < 0$ dan foydalaniladi (Bertlo-Tomsen prinsipi). Biroq, Bertlo-Tomsen prinsipining qo'llanilishi reaksiyaning borish imkoniyatini baholashda jiddiy xatoliklarga olib kelishi mumkin. Bu ayniqsa, bosimning yoki zarrachalar «turlarining» sezilarli darajada o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalarda (masalan, $N_2 + O_2 = 2NO_2$ reaksiyasida) yaqqol namoyon bo'ladi.

Lekin haroratning ortishi bilan suyuq va qattiq fazalarning hajmlari o'zgarmas deb taxmin qilinsa ham bo'ladi. Shuning uchun kondensirlangan sistemalarda entropiyaning o'zgarishi ΔH ko'pincha nolga tenglashtirilib olinadi. Biroq, bunday hollarda ham reaksiya jarayonida moddaning agregat holati o'zgarmasligiga ishonch hosil qilish kerak. Ravshanki, qattiq va suyuq fazada o'tkaziladigan reaksiyalarda gaz fazaning yoki qattiq fazada o'tkaziladigan reaksiyalarda suyuq fazaning paydo bo'lishi entropiyaning sezilarli darajada ortishiga olib keladi, va aksincha, yangi kondensirlangan fazalarning paydo bo'lishi, entropiyani juda kamaytirib yuboradi.

Gaz fazada reaksiyalarni o'tkazganda nafaqat yangi turdagi zarrachalarni, balki gazsimon modda mollar sonining entropiya o'zgarishiga ta'sirini ham inobatga olish kerak. Agar sistemadagi gazsimon moddalarning mollar sonini n deb belgilasak, unda reaksiya natijasida hosil bo'lgan gazsimon moddalarning mollar soni (n_2) va reaksiya uchun olingan gazsimon moddalarning mollar soni (n_1) orasidagi farq (Δn) quyidagicha ifodalanadi: $\Delta n = n_2 - n_1$. Shunda Δn ning qiymatini bilgan holda, entropiya o'zgarishining ishorasi haqida xulosa chiqarish mumkin. Agar $\Delta n > 0$ bo'lsa, $\Delta H > 0$ bo'ladi, ya'ni entropiya ortadi, va aksincha, agar $\Delta n < 0$ bo'lsa, $\Delta H < 0$ bo'ladi, ya'ni entropiya kamayadi.

Shuni ta'kidlash kerakki, dastlabki va oxirgi mahsulotlar tuzilishi bo'yicha bir-biriga yaqin bo'lgan hamda strukturaning o'ziga xos

xususiyatlariga entropiyaning sezgirligi bilinmaydigan hollardagina entropiyaning o'zgarishi asosan hajmning o'zgarishi bilan belgilanadi. Binobarin, yuqoridagilarni inobatga olgan holda o'z-o'zicha boradigan reaksiyalarning ko'rsatkichi sifatida ΔH ni qabul qilishimiz mumkin.

Reaksiyalarning borish imkoniyatlarini baholashda Gibbs energiyasining o'zgarishi (ΔG) qo'llanilsa to'g'riroq bo'ladi. Ma'lumki, ΔG harorat (T) hamda reaksiya mahsulotlari va dastlabki moddalar aktivliklari (a) nisbatining funksiyasi hisoblanadi. Masalan, $aA + bB = cC + dD$ reaksiya uchun ΔG quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \left[\frac{a_C^c \cdot a_D^d}{a_A^a \cdot a_B^b} \right],$$

bunda ΔG° - standart izobar-izotermik potensial bo'lib, u ham haroratga bog'lik holda quyidagi nisbat bilan ifodalanadi:

$$\Delta G^\circ = -RT \ln \left[\frac{a_C^c \cdot a_D^d}{a_A^a \cdot a_B^b} \right] = -RT \ln K.$$

Bu holda a' kattaliklar T haroratdagi oxirgi (S, D) va dastlabki (A, B) moddalarning muvozanat aktivliklari hisoblanadi, K - reaksiyaning muvozanat konstantasi.

Adabiyotlarda ΔG ning qiymatlari berilmagan bo'lsada, ΔG° ning qiymatlari ko'pchilik moddalar uchun aniqlangan. Shu sababli ΔG° ning qiymatlari bo'yicha reaksiyalarning yo'nalishini oldindan aytish imkoniyatiga ega bo'lish uchun, bu ikki kattaliklar orasidagi bog'liklikni batafsil ko'rib chiqishga to'g'ri keladi. Shuni ham aytib o'tish kerakki, ΔG ning standart qiymatlari sistemaning faqat standart holatidagi*reaksiyalar yo'nalishini belgilaydi, ΔG° dan tashqari barcha boshqa hollar uchun reaksiyaga kirishuvchi moddalarning aktivligini ham bilish kerak.

Standart sharoitlardan farq qiladigan boshqa holatdagi reaksiyalarni $\Delta G^\circ < 0$ bo'lganda ham, $\Delta G^\circ > 0$ bo'lganda ham amalga oshirish mumkin, shuning uchun bunday reaksiyalarning yo'nalishini odindan aniqlash qiyinchiliklarga olib keladi. Lekin tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, aksariyat hollarda moddalar reaksiya qobiliyatlarining oraliqlarini belgilovchi ΔG° absolyut qiymatlarining intervali uncha katta bo'lmaydi va standart sharoitdagi haroratdan kam farq qiluvchi haroratda ± 40 kJ/molni tashkil etadi. Demak, agar ΔG° ning qiymati -40 kJ/mol dan

*Standart holat deganda $p=101,33 \cdot 10^3$ Pa va muayyan haroratda moddalarning kondensirlangan holati tushuniladi; eritmadagi moddalar va gazlar uchun esa - bu har qaysi komponentning aktivligi 1 ga teng bo'lgan holatdir.

kichik bo'lsa, jarayon amalga oshadi va ΔG^0 ning qiymati +40 kJ/moldan katta bo'lsa, hattoki, standart sharoitlardan katta farq qiluvchi sharoitlarda ham jarayonni amalga oshirib bo'lmaydi.

Agar harorat standart haroratdan katta farq qilsa, ΔG^0 ning kattaligi bo'yicha reaksiyani amalga oshirish imkoniyatlarini oldindan bilish uchun qo'shimcha tahlillarni o'tkazish zarur bo'ladi. Lekin shunisi ham borki, standart harorat sifatida har qanday haroratni tanlash mumkin, biroq, ΔG_{298} dan farq qiladigan ΔG^0 ning boshqa qiymatlarini ma'lumotnomalardan topish ancha mushkuldir. Shu sababli ΔG bo'yicha hisoblashlarni tegishli harorat uchun o'tkazish qulay hisoblanadi. Lekin hisoblashlarni o'tkazishdan oldin bu hisoblashlar qanchalik to'g'ri natijalar berishiga oldindan ishonch hosil qilish kerak.

Modomiki, ma'lumotnomalarda berilgan ΔG^0 ning qiymatlari 298 K haroratga, ya'ni ancha past haroratga mos kelar ekan, undan ham pastroq haroratlarda o'tadigan reaksiyalarga to'xtalib o'tishga zarurat qolmaydi. Lekin bunday haroratda ham o'tkazilish imkoniyatiga ega bo'lgan reaksiyalar, ba'zan tezlikni kamaytirishga, ya'ni jarayonning kinetik xarakteristikalarini yaxshilashga qaratilgan sharoitlarni tanlashga majbur etadi.

Faqatgina, standart haroratda termodinamika qonunlariga muvofiq bormaydigan reaksiyalar to'g'risida to'xtalib o'tamiz va haroratning ortishi qay darajada ΔG^0 ga ta'sir ko'rsatishini aniqlashga harakat qilamiz.

Buning uchun birinchi navbatda harorat o'zgarganda muvozanatning siljish qonuniyatlaridan foydalanamiz. Agar reaksiyaning issiqlik effekti manfiy (reaksiya endotermik), ΔS^0 esa noldan katta bo'lsa, unda haroratning ko'tarilishi ΔG^0 ishorasining o'zgarishiga qulay ta'sir ko'rsatishini kutish mumkin, chunki (1) tenglamadagi ΔG^0 ni belgilovchi entropiya hadi ($T\Delta S$) sezilarli darajada orta boshlaydi, shu vaqtning o'zida esa ΔH^0 va ΔS^0 o'zgarmasdan qolishi mumkin. Bunday sharoitlar yaratilgandan keyin ΔG^0 ning ishorasi almashadi yoki jarayonni amalga oshirish imkoniyati paydo bo'ladigan darajagacha ΔG^0 kattaligi kamayadi. Biroq, shuni ta'kidlash kerakki, harorat juda ham yuqori ko'tarilganda dastlabki moddalar termik parchalanishi mumkin va ayonki, bunday hollarda sintezni amalga oshirish imkoniyatlari mavjud bo'lmaydi.

Agar reaksiya ekzotermik bo'lsada, lekin jarayon o'z-o'zicha amalga oshmasa, unda $\Delta G^0 < 0$ va absolyut kattalik bo'yicha $T\Delta S^0 < \Delta H^0$ bo'ladi. Shuning uchun haroratning ko'tarilishi entropiyaning yanada manfiyroq bo'lishiga va ΔG^0 musbat ishorasining ortishiga olib keladi.

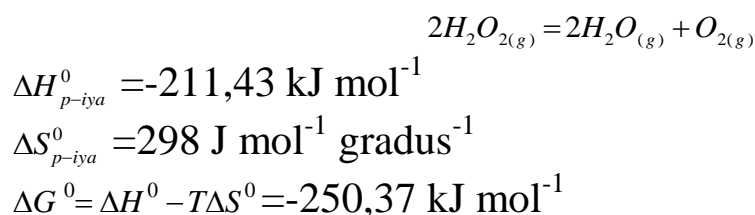
Agar reaksiya kondensirlangan fazada o'tkaziladigan bo'lsa,

entropiyaning haroratli o'zgarishi nolga yaqinlashadi va bunday vaqtda u e'tiborga olinmasa ham bo'ladi. Shu sababli $\Delta H^0 < 0$, $\Delta S^0 \ll 0$ va $|\Delta H^0| < |T\Delta S^0|$ sistemalarda haroratning ko'tarilishi kutiladigan natijalarga olib kelmaydi.

Agar yuqori haroratda o'tkaziladigan reaksiya natijasida gazsimon holatdagi reaksiya mahsulotlari hosil bo'lish ehtimoli vujudga kelsa, boshqacha ko'rinish kuzatiladi. Gazsimon reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lishidan oxirgi mahsulotlarning entropiyasi keskin ortib ketadi, u esa o'z navbatida ΔS^0 ishorasining almashinishiga olib keladi, va binobarin, termodinamik ta'qiq bekor qilinadi. Entropiya faktorining ahamiyatiga oid misol sifatida deyarli barcha kimyoviy birikmalarning parchalanishini (garchand ularning parchalanish jarayoni endotermik $\Delta H^0 > 0$ bo'lsa ham) ko'rsatish mumkin.

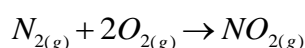
Kimyoviy reaksiyaning «o'ng» yoki «chap» tomon yo'nalishi to'rt xil variantga ega bo'lishi mumkin. Bu holatlarni konkret misollarda ko'rib chiqamiz.

1. Entropiya ortishi bilan boradigan izotermik reaksiyalar (ya'ni $\Delta H < 0$ va $\Delta S > 0$). Bunday reaksiyalar jumlasiga bir molekulalarning bir necha molekulalarga parchalanish reaksiyalari kiradi. Masalan, H_2O_2 ning 298 K da va bosim 101,325 kPa sharoitda parchalanish /disproporsiyalanishi/



Gibbs energiyasining manfiy qiymati bu reaksiya o'z-o'zidan sodir bo'lishini ko'rsatadi.

2. Entropiya kamayishi bilan boradigan endotermik reaksiyalar (ya'ni $\Delta H^0 > 0$, $\Delta S^0 < 0$). Bunday reaksiyalar qaytmas tarzda bora olmasligi mumkin, chunki bu xol uchun $\Delta G^0 > 0$ dir. Masalan, standart sharoitda



reaksiya o'z-o'zicha bora olmaydi. Bu hol uchun $\Delta H_{p-iy}^0 = -67,83 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,

$$\Delta S_{p-iy}^0 = -359,67 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{gradus}^{-1}, \Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 = 103,83 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

3. Entropiya kamayishi bilan sodir bo'ladigan ekzotermik reaksiyalar ($\Delta H^0 < 0$, $\Delta S^0 < 0$)

ΔH^0 ning absolyut qiymati $T\Delta S^0$ nikidan katta bo'lgan holda $\Delta G^0 < 0$ bo'ladi. Masalan: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$ reaksiyasi uchun $\Delta H^0 = -92,40 \text{ kJ}$,

$$\Delta S^0 = -200,06 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, \text{ bundan } \Delta S_{p\text{-iya}}^0 = -92,4 + \frac{298 \cdot 200,06}{1000} = -32,8 \text{ kJ}$$

Ko'rinishicha, Gibbs energiyasining qiymati manfiy ishoraga ega, bu holda jarayon o'z - o'zicha o'ng tomonga borishi kerak. Lekin, standart sharoitda bu jarayonning tezligi cheksiz kichik. Uni amalga oshirish uchun yuqori bosim (415-4150 kPa), yuqori temperatura (400-450°C) va katalizator (g'ovak holdagi temir) mavjud bo'lgan sharoitdagina sezilarli tezlikka ega bo'ladi.

4. Entropiya ortishi bilan sodir bo'ladigan endotermik reaksiyalar (ya'ni $\Delta H^0 > 0$ va $\Delta S^0 > 0$). Bunday reaksiyalar yuqori temperaturalarda o'z-o'zicha amalga oshishi mumkin, chunki bu sharoitda $T\Delta S^0$ (entropiya omili) reaksiyaning entalpiyasi (ΔH^0) dan katta.

Bu variantga asosan mahsulot molekullari soni dastlabki moddalar molekullarining sonidan ortiq bo'lgan endotermik reaksiyalar misol bo'la oladi.

Misol: $N_2O_4 = 2NO_2$ reaksiya uchun $\Delta H^0 = 58 \text{ kJ}$, $\Delta S^0 = 176 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, binobarin $\Delta G^0 = 58 - 298 \cdot \frac{176}{1000} = 5,55 \text{ kJ}$.

Bu reaksiya uchun ΔG^0 ning qiymati noldan katta. Demak, bu reaksiya 298 K da o'z-o'zicha sodir bo'la olmaydi. Agar temperaturani oshirsak, masalan, T=398 K ga yetkazilsa, reaksiya o'z-o'zidan sodir bo'la oladi, chunki 398 K da ΔG^0 manfiy ishoraga ega bo'ladi:

$$\Delta G^0 = 58 - 398 \cdot \frac{176}{1000} = -12,05 \text{ kJ}.$$

5. Nihoyat, $\Delta G^0 = 0$ bo'lganda, reaksiya sistema muvozanat holatga keladi. Bu holda sistemaning erkin energiyasi minimal qiymatga ega bo'ladi. Agar $\Delta G^0 = 0$ bo'lsa, $\Delta H^0 = T\Delta S^0$ bo'ladi. Bunda $T = \Delta H^0 / \Delta S^0$ kelib chiqadi. Shunga ko'ra, biz oxirgi formula asosida to'g'ri va teskari jarayonlarning temperaturalarini hisoblab topishimiz mumkin.

2-MAVZU. REAKSIYALARNING TARTIBI VA MOLEKULYARLIGI BO'YICHA TABAQALANISH.

Reja:

1. Reaksiyalarning tartibi
2. Reaksiyalarning molekulyarligi.
3. Noorganik birikmalarning gaz fazadagi sintezi.

4- Getrogen –katalitik reaksiyalar

Kimyoviy reaksiyani kinetika jihatdan bir qancha gruppalariga bo'lishi mumkin. Moddalarni reaksiyaga kirishish qobiliyatlari orasidagi umumiylik, o'xshashlik ma'lum reaksiyalar orasida umumiylik borligini ko'rsatadi.

Reaksiyani gruppalariga ajratish reaksiyaga kirishuvchi moddalarning xossalardagi umumiy qonuniyatlarni ochishga, o'rganishga yordam beradi.

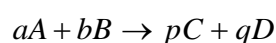
Kimyoviy reaksiyalarni kinetik jihatdan klassifikatsiya qilishni dastlab **Vant-Goff** taklif qildi. Uning klassifikatsiyasida reaksiyaning normal borishiga halal beruvchi va uni murakkablashtiruvchi ta'sirlar reaksiya vaqtida ajratiladigan issiqlik, avtokataliz, idish devorlarining ta'siri kabilar hisobga olinmagan.

Vant-Goff klassifikatsiyasiga ko'ra kimyoviy reaksiyalar ikki xil alomatiga ko'ra: tartibi va *molekulyarligiga* ko'ra klassifikatsiyalanadi.

1. Reaksiya tezligining konsentratsiya bilan qanday bog'langanligiga qarab, biz barcha reaksiyalarni ma'lum tartibdagi reaksiyalar deb bir necha sinfga ajratamiz.

Reaksiya tezligi konsentratsiyaning qanday darajaga chiqarilganligiga bog'liq bo'lsa, reaksiya tartibi o'sha darajani ko'rsatgan songa teng bo'ladi.

Reaksiya tartibi empirik ravishda topiladi.



Reaksiyaning kinetik tenglamasi $v = k[A]^a \cdot [B]^b$ bo'lganligi uchun bu reaksiyaning tartibi konsentratsiyalarning darajasi ko'rsatkichlari yig'indisi $a+b=n$ dir.

Agar reagentlar stexiometrik nisbatda olingan bo'lsa, reaksiya

orasidagi munosabat umumiy tarzda:

$$v = -\frac{dc}{dt} = kC^n \quad \text{ko_rinishda bo_ladi.}$$

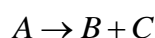
n – reaksiyaning tartibi,

k - reaksiyaning tezlik konstantasi,

C -reaksiya uchun olingan moddalarning konsentratsiyasi.

Agar $n=1$ bo_lsa, reaksiya birinchi tartibli, $n=2$ bo_lganida esa ikkinchi tartibli bo_ladi va hokazo.

Faqat birgina moddaning parchalanish protsessidan iborat bo_lgan reaksiyalar birinchi tartibli reaksiyalardir. Bunday reaksiyani umumiy tarzda:



Shaklda yozish mumkin. Reaksiyaning tezligi A modda konsentratsiyasining birinchi darajaga ko_tarilganligiga bog_liq bo_ladi, vaqt o_tishi bilan A moddaning konsentratsiyasi kamayadi, demak, reaksiya tezligi ham kamayadi, chunki reaksiya tezligi A moddaning ayni vaqt ichidagi konsentratsiyasiga bog_liqdir. Birinchi tartibdagi reaksiyaning tezlik ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$v = -\frac{dc}{dt} = k C^1$$

Ikkinchi tartibli reaksiyaning tezlik ifodasi ikki moddaning konsentratsiyalar ko_paytmasi yoki bir modda konsentratsiyasi kvadratiga propaotsional bo_ladi:

$$v = -\frac{dc}{dt} = k C_1 C_2 \quad \text{yoki} \quad v = -\frac{dc}{dt} = k C^2$$

2-tartibli reaksiya sxemasi



3-tartibli reaksiyaning tezlik ifodasida uchala modda konsentratsiyalarining ko'paytmasi yoki bir moda konsentratsiyasining uchunchi darajasi bo'ladi:

$$v = -\frac{dc}{dt} = k C_3 C_1 C_2 C_3 \quad \text{yoki} \quad v = -\frac{dc}{dt} = kC^3$$

3-tartibli reaksiyaning sxemasi

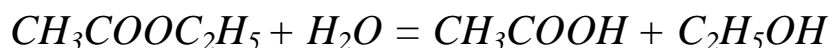


Yuqorida aytilganlardan monomolekulyar birinchi tartibli reaksiyalar, biomolekulyar reaksiyalar esa 2chi tartibli reaksiyalar qatoriga kiradi.

Lekin, faqat ayrim hollardagina reaksiyaning tartibli uning molekulyarligi mos keladi. Ko'pchilik hollarda esa bu ikki tushuncha bir-biridan farq qiladi. Reaksiya tartibi va uning molekulyarligi degan tushunchalar quyidagi ikki holda boshqa-boshqa ma'noni beradi.

1. Bu holda reaksiya bosqichlar bilan boradi. Bir necha bosqichda boradigan reaksiya tezligi eng sust boradigan bosqich tezligiga bog'liq bo'ladi, chunki boshqa bosqichlar tez borsa ham, sust boruvchi bosqich, butun protsessni kechiktirib turadi. Agar ana shunday sust boruvchi bosqich, masalan, bimolekulyar reaksiya bo'lsa, u holda barcha protsessning tezligi ikkinchi tartibli reaksiya qonuniga itoat etadi. Bunday hollarda eng sust boruvchi bosqichning molekulyarligi umumiy protsessning qaysi tartibli reaksiya ekanligini aniqlab beradi.

2. Bu holda reaksiyada ishtirok qiladigan moddalarning konsentratsiyalari orasida katta farq bo'ladi. Masalan, etilatsetatning suyultirilgan eritmada gidrolizga uchrashi tufayli sovunlanish reaksiyasi:



bimolekulyar reaksiyadir. Lekin, bu reaksiyada suv ko'p

bo'lganligidan uning konsentratsiyasi nihoyatda o'zgaradi, reaksiya tezligi e'fir konsentratsiyasining o'zgarishigagina bog'liq. Shuning uchun bu reaksiyaning borishi monomolekulyar reaksiyaning kinetik tenglamasiga bo'ysinadi, binobarin, bu reaksiya birinchi tartibli reaksiyadir.

Reaksiyaning molekulyarligi nazariy tushuncha bo'lib, ayni reaksiyani yuzaga chiqarishga haqiqatan necha zarracha o'zaro to'qnashganini ko'rsatadi.

Birinchi tartibli reaksiyalar 1 chi tartibli reaksiyaning tezligi, reaksiya uchun olingan modda konsentratsiyasining birinchi darajasiga to'g'ri proporsional bo'ladi. Masalan: reaksiya boshlanishida ν hajmda a mol modda bor edi; t o'tgandan keyin uning x moli reaksiyaga ortib qoldi. Reaksiya uchun olingan moddaning konsentratsiyasi dastlab $c_0 = \frac{a}{\nu}$ edi, t sekunddan $c = \frac{a-x}{\nu}$ bo'ldi. Reaksiya tezligi konsentratsiyaning vaqt birligi ichida o'zgarishi bilan o'lchanligi uchun:

$$\frac{dc}{dt} = kc$$

k-tezlik konstantasi, ya'ni reaksiya $c=1$ bo'lgandagi tezligi.

Birinchi tartibli reaksiyaning tezlik konstantasini hisoblash uchun tajribada a va $a-x$ ni ma'lum vaqt oralig'ida o'lchab boriladi. Agar reaksiyaning tezlik konstantasi ma'lum bo'lsa, massalar ta'siri qonuni asosida berilgan konsentratsiyalar uchun reaksiya tezligini hisoblab topiladi.

Kimyoviy kinetika hamma vaqt reaksiyaning tezlik konstantasi aniqlanadi. Oddiy efirlarni yuqori harorat ta'sirida parchalanishi, radioaktiv moddalarning yemirilishi birinchi tartibli reaksiyalarga kiradi.



Radioaktivlik, birinchi tartibli reaksiyalar jumlasiga kiradi, shu sababli ularga yarim yemirilish davri xosdir.

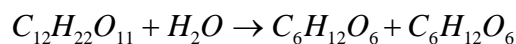
Olingan moddaning yarim yemirilishi uchun ketgan vaqt yarim yemirilishi davri deyiladi va T bilan belgilanadi.

Yarim yemirilish davri bilan tezlik konstantasi k o'rtasidagi bog'lanish quyidagicha:

$$T = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0,693}{k}$$

Birinchi tartibli reaksiyalarda va radioaktiv yemirilish hodisalarida yarim yemirilishi davri reaksiya uchun olingan moddaning qancha ekanligiga emas, balki, faqat reaksiyaning tezlik konstantasiga bog'liq bo'ladi.

Masalan, shakarni glyukoza va fruktoza hosil bo'ladigan inversiya reaksiyasi birinchi tartibli reaksiyalar jumlasiga kiradi:



shakar

glyukoza fruktoza

Bu reaksiya tezligi faqat shakar konsentratsiyasiga emas, birinchi tartibli reaksiya qonuniga bo'ysinadi. Chunki reaksiya suv ko'p bo'lgan muhitda, ya'ni eritmada boradi. Reaksiyaga kirishgan suvning miqdori eritmadagi suvning miqдорiga nisbatan juda kichik shu sababli suvning konsentratsiyasi o'zgarmay qoladi.

3. Ikkinchi tartibli reaksiyalar-

Ikkinchi tartibli reaksiyalar tezligi hajmga teskari proportsionaldir. Reaksiya vaqtida hajm o'zgarmaydi. Ikkinchi tartibli reaksiyaning yarim yemirilishi davri uchun quyidagi formula mavjud:

$$T = \frac{1}{k \cdot a}$$

bu yerda T –yarim yemirilish davri.

$\frac{1}{a}$ -forma asosida hisoblab topilgan konstanta qiymati.

k-tezlik konstantasi.

Ikkinchi tartibli reaksiyaning yarim yemirilish davri dastlabki konsentratsiyaga teskari proportsional.

Ikki tartibli reaksiya tezligi

$$\frac{dc}{dt} = k \cdot C_1 \cdot C_2$$

C_1 -reaktsion idishga moddaning konsentratsiyasi

C_2 -reagentni konsentratsiyasi

k_2 - reaksiyaning tezlik konstantasi

Uchinchi tartibli reaksiyaning tezligi:

$$v = -\frac{dc}{dt} = k \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \quad \text{yoki} \quad \frac{dx}{dt} = k \cdot (a-x) \cdot (c-x)$$

Bu reaksiyaning yarim yemirilish davri:

$$T = \frac{3}{2k_3 a^2}$$

Uchinchi tartibli reaksiyalarning yarim yemirilish davri dastlabki konsentratsiyaning kvadratiga teskari proportsional

$$a - x = a e^{-k t} \quad \text{va} \quad \frac{1}{a-x} - \frac{1}{a} = k t$$

hamda
$$\frac{1}{(a-x)^2} - \frac{1}{a^2} = 2$$

Bu uchala holdan ko_rinib turibdiki, reaksiyaning tezligi vaqt o_tgan sari kamayib boradi, chunki bunda dastlabki moddalarning konsentratsiyasi kamayib boradi. Reaksiya tezligi reaksiya tartibi ortishi bilan kamayib boradi.

Reaksiya tartibini aniqlashning bir necha usullari mavjud.

Masalan, modda konsentratsiyasining reaksiya davomida o'zgarishini ko'rsatadigan tajriba natijalarining uch-to'rttasi birin-ketin monomolekulyar, bimolekulyar va trimolekulyar reaksiyalarning tezlik konstantasi tenglamalariga qo'yilib, har qaysi vaqt uchun tezlik konstantasi hisoblab chiqiladi. Tenglamaga ko'ra, k ning qiymatiga ko'ra, reaksiya o'sha tartibga ega bo'ladi.

Reaksiyaning tartibini aniqlashda yarim yemirilish davri qiymatidan ham foydalanishi mumkin.

Yuqoridagi birinchi tartibli reaksiyaning yarim yemirilish davri

$$T = \frac{\ln 2}{k_1}$$

bimolekulyar reaksiyaniki $T = \frac{1}{k_2 a}$ va trimolekulyar reaksiyaniki

$$T = \frac{3}{2k_3 a^2} \text{ bo'ladi.}$$

Bu tenglamalarda α -moddaning eng dastlabki konsentratsiyasi. Olingan natijalar yuqoridagi tenglamalarning qaysi birini qanoatlantirsa, reaksiya o'sha tartibga ega bo'ladi.

Yuqoridagi ma'lumotlardan ko'rinadiki, kimyoviy reaksiyalar molekulyarligi bo'yicha ham klassifikatsiyalanadi.

Reaksiyaning molekulyarligi bir vaqtda to'qnashib, kimyoviy reaksiyaga kirishgan molekulalar turini soni bilan belgilanadi.

Reaksiyalar reaksiyaga kirishgan molekulalar turini soniga ko'ra: *bir molekulyar (bimolekulyar) -uch molekulyar kabi sinflarga bo'linadi.*

Odatda 3 molekulyardan yuqori molekulyar reaksiyalar uchramaydi. Uchdan ortiq molekulaning bir vaqtda to'qnashuvi ehtimoldan juda uzoq. Uch molekulyar reaksiyalar ham juda kam

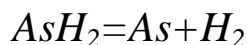
uchraydi.

Ko_pchilik reaksiyalar biomolekulyar bo_ladi. Reaksiya tenglamasi reaksiyada bir qancha molekula ishtirok etishini ko_rsati. Reaksiya tenglamasiga ko_ra reaksiya ko_p molekulyar bo_lishi kerak edi, lekin tenglamada ko_rsatilgan molekulalarning hammasi bir vaqtida to_qnashib reaksiyaga kirishmaydi. Reaksiya birin-ketin yoki parallel boradigan bir qancha oddiy reaksiyalarning majmuidan iborat bo_ladi. Reaksiyaning bunday murakkab yo_llar bilan borishi reaksiyani birdaniga borgandagiga harakatlanganda ortiq bo_ladi.

1. Monomolekulyar reaksiyalar-

Quyidagi sxema bilan ifodalanishi mumkin $A \rightarrow B + C + \dots$

Bunday reaksiyalarga – ba_zi ajralish reaksiyalari, molekulalar ichida atomlarning qayta gruppalanishi, izomerlanish reaksiyalari va radioaktiv parchalanishlar misol bo_ladi.

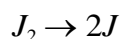


Monomolekulyar reaksiyalarning tezligi:

$$v = kc$$

C-modda konsentratsiyasi, gazlarda parsial bosim olinadi.

Gaz muhitida boradigan reaksiya:



monomolekulyar reaksiyaga misol bo_ladi. Bunda, dastlabki modda konsentratsiyasi C bo_lsa, monomolekulyar reaksiyaning tezligi massalar ta_siri qonuniga ko_ra:

$$v = -\frac{dc}{dt} = kc$$

bo_ladi.

k- reaksiyaning tezlik konstantasi bo_lib, vaqtning teskari o_lchami

bilan ifodalanadi. (sek^{-1} yoki minut^{-1})

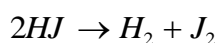
2. Bimolekulyar reaksiyalar-

Bir tur moddaning bir molekulasini bir vaqtning o'zida ikkinchi tur moddaning bir molekulasini bilan to'qnashuvi yoki bir tur moddaning ikki molekulasini o'zaro to'qnashishi natijasida sodir bo'ladigan reaksiyalarga aytiladi.

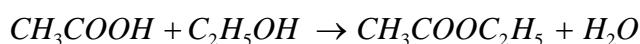
Bimolekulyar reaksiya sxemasi:



Misol uchun, vodorod yodidning ajratilishi:



yoki eterifikatsiya reaksiyasi:



misol bo'ladi.

Agar dastlabki moddalarning konsentratsiyalarini C_1 va C_2 bilan belgilasak, bimolekulyar reaksiya tezligi:

$$-\frac{dc}{dt} = kC_1 \cdot C_2 \quad \text{bo'ladi.}$$

Agar $C_1 = C_2$ bo'lsa $v = kc^2$ bo'ladi. Bimolekulyar reaksiyalarda k ning o'lchami $l^3 m^{-1} t^{-1}$ bo'lib, $\frac{l}{\text{mol} \cdot \text{sek}}$ bilan ifodalanadi.

l -uzunlik o'lchami, t -vaqt o'lchami, m -modda miqdori o'lchami

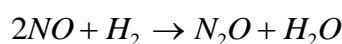
3. Uch molekulyar reaksiyalar-

Bir vaqt bir moddaning uch molekulasini to'qnashishi natijasida sodir bo'ladi. Bu reaksiyalarning sxemasi: $A + B + C \rightarrow D + E + F \dots$ yoki $3A \rightarrow B + C + D + \dots$ shaklida yoziladi. Oddiy trimolekulyar reaksiyaning tezlik ifodasi:

$$-\frac{dc}{dt} = k C_1 C_2 C_3 \quad \text{bunda}$$

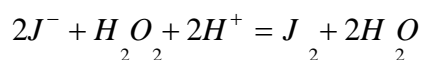
$C_1 C_2 C_3$ dastlabki moddalarning konsentratsiyalari. Tezlik konstantasi k ning o'lchami $l/m^{-1}l^{-1}$ bo'lib, $\frac{l^2}{mol \cdot sek}$ bilan ifodalanadi.

Azot (II) oksidning H_2 bilan qaytarilishi:

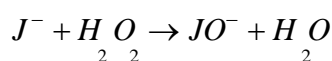


3 molekulyar reaksiyaga misol bo'ladi.

Faqat reaksiya tenglamasiga qarab, reaksiyaning qaysi sinfga kirishi haqida xulosa chiqarib bo'lmaydi. Masalan:

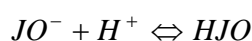


Reaksiyaning yig'indisi tenglamaga qarab, besh molekulyar reaksiya deb o'ylash mumkin. Lekin, tajribada bu reaksiyaning oraliq bosqichlaridan birida:

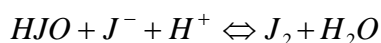


Tenglamaga muvofiq gipoyodit kislotani anioni JO^- hosil bo'ladi.

Hosil bo'lgan JO^- ionlari H^+ ionlari bilan birikadi:



HJO kuchli oksidlovchi bo'lganligi sababli J^- ionini oksidlaydi:



Ko'rinib turibdiki, shunga o'xshash murakkab reaksiyaning tezligi uning eng sust boradigan oraliq bosqichidagi tezligiga bog'liqdir.

Kimyoviy reaksiyalarning kinetikasi ma'lum darajada reaksiyaga kirishuvchi moddalarning agregat holatiga bog'liq bo'lgani uchun gaz, suyuq, qattiq fazalar va fazalar ajralish chegarasida boradigan reaksiyalar alohida ko'rib chiqilsa maqsadga muvofiq bo'ladi.

Noorganik birikmalarning gaz fazadagi sintezini ko'radigan bo'lsak, gaz fazadagi kimyoviy reaksiyalar tezligi haqidagi ta'limotni bilish zarurdir. Chunki gaz fazadagi kimyoviy reaksiyalar tezligi haqidagi ta'limot asosida faol to'qnashuvlar nazariyasi yotadi. Bimolekulyar reaksiyalar uchun bu nazariyaning mohiyati quyidagilardan iborat: reaksiyalar «to'qnashuvlar» natijasida, ya'ni reaksiyaga kirishuvchi zarrachalar bir-biriga juda yaqinlashganda sodir bo'ladi. Demak, reaksiyaning tezligi muayyan hajmda va bir vaqtda mavjud bo'ladigan molekullarning soniga to'g'ri proporsional bo'lishi kerak. Lekin har qanday to'qnashuvlar ham kimyoviy reaksiyani keltirib chiqarmaydi. Effektiv to'qnashuvlar sonini kamaytiruvchi sabablardan bir nechtasini sanab o'tamiz:

1. To'qnashish paytida molekullarning qulay orientatsiyasiga (fazoda joylashgan o'rniga) ega bo'lmasligi. Eski bog'larni uzishi va yangilarini vujudga keltirishi uchun qulay konfiguratsiyani hosil qiladigan orientatsiyaga ega bo'lgan molekullargina reaksiyalarga kirishi mumkin.

2. Molekullarning yetarli darajada barqaror bo'lmasligi. Atomlarning bimolekulyar assosiasiyasi «to'qnashganda» tebranma-qo'zg'atilgan molekula hosil bo'ladi, bunda qo'zg'alish energiyasi bog'ning uzilish energiyasidan katta bo'ladi va shuning uchun hosil bo'ladigan kvazimolekula juda qisqa vaqt oralig'ida ($\sim 10^{-14}$) mavjud bo'ladi. Energiyani uzatish zarurati ham mana shunga bog'liqdir. Energiyaning uchinchi jismga o'tishi bilan barqarorlashish sodir bo'ladi. Uchinchi jism deganda begona modda, ya'ni kimyoviy reaksiyada ishtirok etmaydigan modda molekullari tushiniladi. Ularga gaz to'ldiruvchi, turli qo'shimchalar molekullari, reaksiyon idish devorlarining materiali tarkibiga kiruvchi zarrachalar misol bo'lishi mumkin.

3. Aktivlanish energiyasi. Effektiv to'qnashuvlar sonini kamaytiruvchi yuqorida keltirilgan sabablar ayrim hollarda ta'sir ko'rsatadi. Bunday to'qnashuvlar sonini kamaytiruvchi eng asosiy sabablardan biri energetik sharoitning saqlanishi hisoblanadi: effektiv to'qnashuv - bu birinchi navbatda, katta energiyali to'qnashuvdir. To'qnashuvchi molekullar shunday deformatsiyalanadiki, tegishli molekullar bir-biriga yaqinlashgan va yangi bog'lanishlarni hosil qilgan holda reaksiya mahsulotlarini yoki oxirgi mahsulotlar oson olinadigan oraliq komplekslarni hosil qiladi. Bunday deformatsiya uchun aktivlanish energiyasi deb ataladigan katta energiyaning sarflanishi talab etiladi.

To'qnashuvlar nazariyasiga binoan, aktivlanish energiyasini to'qnashuv paytida molekulaning reaksiyaga kirishishi uchun zarur bo'lgan minimal

energiya deb ta'riflash mumkin.

Ma'lumki, kimyoviy reaksiyaning tezlik konstantasi (k) haroratning o'zgarishiga bog'liq holda Arrenius tenglamasi bilan ifodalanishi mumkin:

$$k' = A \cdot e^{E/RT}, (3)$$

bunda A - Arrenius doimiysi; E - aktivlanish energiyasi; R - gaz doimiysi; T - harorat, K.

Oddiy hollarda bimolekulyar reaksiya uchun tezlik konstantasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$k'' = Z_0 e^{-E/RT},$$

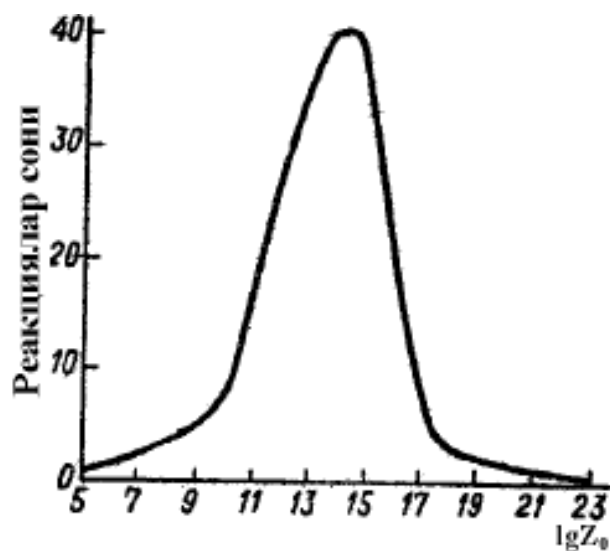
bunda Z_0 - molekular konsentratsiyasi 1 ga teng bo'lgandagi to'qnashuvlar soni; E - haqiqiy aktivlanish energiyasi, u Arrenius energiyasidan farq qilib, $E = EA^{-1/2RT}$ ga teng bo'ladi, ya'ni haqiqiy aktivlanish energiyasi haroratga bog'liqdir. Odatda o'rtacha haroratlarda E va EA orasidagi farq uncha katta bo'lmaydi va tajriba xatoliklari oralig'ida yotadi.

(4) formula bo'yicha hisoblangan qiymatlar tajriba natijalari bilan solishtirilganda, ko'pchilik reaksiyalar uchun $Z_0 = 2,8 \cdot 10^{14}$ sm³/moks ekanligi aniqlanadi. Ba'zi reaksiyalar uchun Z_0 qiymatlari berilgan qiymatdan farq qildi.

Aktivlanish jarayonida nafaqat qo'zg'aladigan harakatlar, balki tebranma harakatlar ham ishtirok etsa, «tez» reaksiyalar ($Z_0 > 2,8 \cdot 10^{14}$) sodir bo'ladi.

Fazoviy nomuvofiqliklar keltirib chiqaradigan reaksiyalar «sekin» reaksiyalar ($Z_0 < 2,82 \cdot 10^{14}$) hisoblanadi.

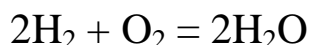
Aytib o'tilgan fikrlarimizga eritmada o'tkazilgan 200 ta reaksiyalarni taqqoslash natijalari misol bo'lishi mumkin (1-rasm). Ko'rinadiki, eritma gaz fazaga nisbatan kondensirlangan holatda bo'ladi, binobarin, gazlar uchun xarakterli bo'lgan qonuniyatlar hamma vaqt ham eritmalarda bajarilmaydi. Lekin tanlab olingan eritmalarni xossalari ko'ra gazlarga yaqin deb taxmin qilib olamiz.



1-rasm. Reaksiyalar sonining tezliklar bo'yicha taqsimlanishi.

Bunday turdagi reaksiyalar bilan bir qatorda kinetik nazariyalarga itoat qilmaydigan reaksiyalarning katta guruhi ham mavjud. Faol to'qnashuvlar nazariyasi ham, aktivlangan kompleks nazariyasi ham reaksiyalarning elementar bosqichlari haqidagi ta'limotga bo'ysunadi. Unga asosan reaksiyaning makroskopik tezligi ko'p sonli elementar bosqichlar tezliklarining umumiy yig'indisiga teng bo'ladi. Agar elementar bosqichlar bir-biriga bog'liq bo'lmasa, ya'ni turli elementar bosqichlar tarkibiga kiruvchi zarrachalar orasida reaksiya borsa, unda elementar bosqichlarning tezliklarini jamlash yo'li bilan endi reaksiya tezligini aniqlab bo'lmaydi. Bular birinchi navbatda zanjir reaksiyalar hisoblanib, ularga quyidagilarni kiritish mumkin:

1. Gaz fazadagi yonish va sekin oksidlanish reaksiyalari. Masalan,



2. Fotokimyoviy reaksiyalar, ya'ni yorug'lik kvantlari bilan inisiirlangan reaksiyalar. Masalan, oddiy moddalardan HCl, HBr ning yoki CO va Cl₂ dan COCl₂ ning hosil bo'lishi.

1. Zanjir yadro reaksiyalari.

Bunday reaksiyalarning ko'pchiligiga ularni boshqa reaksiyalardan farq qiluvchi ba'zi umumiy xususiyatlar xosdir. Bu xususiyatlarga birinchi navbatda reaksiya tezliklarining qo'shimchalarga bo'lgan yuqori sezgirligi kiradi, chunki qo'shimchalar bunday reaksiyalarni inisiirlab tezlatishi ham, ularni tormozlashi ham mumkin. Masalan, vodorod yoki CO ning kislorod bilan aralashmasi yaxshilab quritilgan bo'lsa, ular

o'zaro juda qiyinchilik bilan reaksiyaga kirishadi. Lekin suv bug'larining, hattoki juda oz miqdori ($\sim 1,0 \cdot 10^{-3}$ Pa) reaksiyaning shiddatli o'tishiga sabab bo'ladi. Yoki vodorod va xlor xona haroratida qorong'ida reaksiyaga kirishmaydi, lekin natriy bug'larining juda oz miqdori kiritilganda shu sharoitda tez reaksiyaga kirishadi. Bu reaksiya yorug'likda kislorod ishtirokida o'tkazilsa, reaksiyaning keskin ravishda sekinlashishi kuzatiladi, masalan, 1% kislorod vodorod xloridning hosil bo'lish reaksiyasi tezligini taxminan 1000 marta sekinlashtiradi.

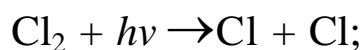
Gazlar orasida boradigan ko'pchilik reaksiyalarning tezligiga qattiq sirtlar ta'sir ko'rsatadi. Ko'pincha reaksiyon idishlarning devorlari ham reaksiya tezligini sekinlashtiradi. Bunday hollarda reaksiya tezligiga idish sirti s ning uning hajmi V ga nisbati ta'sir etadi deb yuritiladi. Odatda c/V ko'payganda reaksiyalar sekinlashadi.

Bundan tashqari, gaz fazadagi oksidlanish jarayonida boradigan tez reaksiya (ya'ni o'z-o'zicha alangalanish reaksiyasi) faqat muayyan bosim va harorat oraliqlarida amalga oshadi. Shuningdek, o'z-o'zicha alangalanish sohasida tez reaksiya odatda darrov boshlanmasdan, balki induksiya davri deb nomlanadigan qandaydir vaqtning tugashidan keyin boshlanadi. Induksiya davrining davom etish vaqti reaksiyaga kirishuvchi zarrachalarning tabiatiga bog'liq bo'ladi.

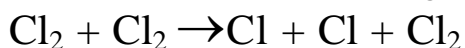
Yuqorida sanab o'tilgan barcha xususiyatlarni zanjir reaksiyalar nazariyasiga binoan tushuntirish mumkin. Odatda zanjir reaksiyalarni ikki turga bo'lish qabul qilingan: tarmoqlanmagan va tarmoqlangan zanjir reaksiyalar.

Vodorod va xlordan vodorod xloridning sintezi tarmoqlanmagan zanjir reaksiyasiga misol bo'lishi mumkin. Xlor molekularining yuqori reaksiyon qobiliyatiga ega bo'lgan atomlarga dissotsilanishi hisobiga zanjirning hosil bo'lishi boshlanadi. Turli faktorlarning ta'siridan, masalan:

yorug'lik kvantning yutilishidan

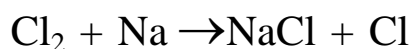


termik yo'l bilan - ikkita xlor molekularining to'qnashishidan



(yulduzcha bilan dissotsilanish uchun zarur bo'lgan katta energiyali molekula belgilangan);

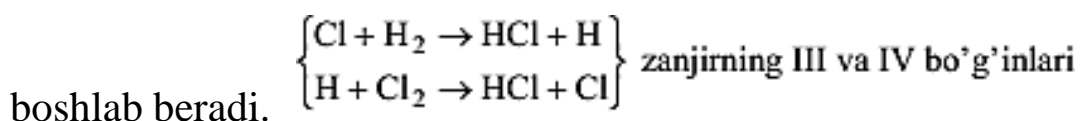
kimyoviy yo'l bilan - xlorga natriy bug'larining ta'siridan



dissotsilanish sodir bo'ladi.

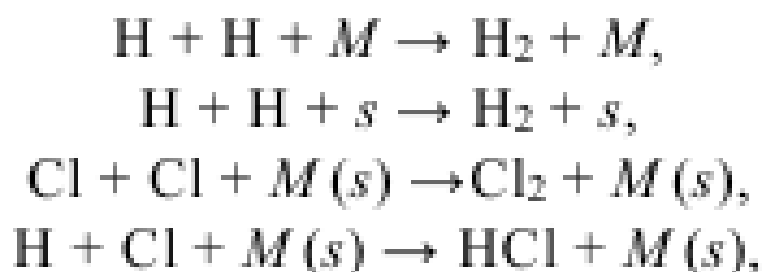
Birinchi xlor atomining paydo bo'lishidan keyin zanjir reaksiya boshlanadi.

so'ngra qayta tiklangan xlor atomi keyingi bo'g'inlarning hosil bo'lishini



va hokazo. Natijada, qulay sharoit yaratilganda bir necha mingta bo'g'inlardan iborat zanjir reaksiyalari sodir bo'ladi. Bunda har bir bo'g'inda reaksiyaga kirishayotgan vodorod yoki xlorning faol zarrachasidan faqat bittagina faol zarracha hosil bo'ladi. Shu sababli bunday zanjir tarmoqlanmagan deb ataladi.

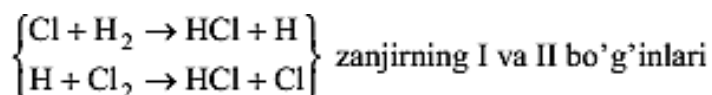
Yuqorida keltirilgan reaksiyalar bilan bir qatorda sistemada boshqa jarayonlar ham sodir bo'lishi mumkin:



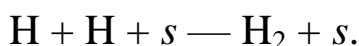
bunda M va s uchinchi zarracha va idish devorini bildiradi. Bunday reaksiyalar natijasida faol zarrachalar bir-biriga bog'lanadi va zanjir uziladi.

Zanjirdagi bo'g'inlar soni zanjir uzunligi deb ataladi. Shuni ta'kidlash kerakki, zanjir reaksiya sodir bo'layotgan sistemada turli uzunlikdagi zanjirlar hosil bo'ladi. Biroq, tajribalarda berilgan sharoitda reaksiyani xarakterlovchi zanjirning o'rtacha uzunligi aniqlanadi. Zanjirning uzunligi reaksiya aralashmadagi qo'shimchalarga sezilarli darajada bog'liq bo'ladi. Qo'shimchalarning (masalan, vodorod va xlor aralashmasidagi natriy bug'larining) oz miqdori nihoyatda katta samaradorlikka ega bo'ladi, chunki qo'shimchaning har bir atomi o'n minglab xlor va vodorodning faol atomlarini keltrib chiqaradi. Shunga o'xshash tormozlovchi qo'shimchalar (ingibitorlar) ham kuchli ta'sir ko'rsatadi.

Bu fikrlar nima sababdan c/V nisbat oshganda reaksiya tezligi kamayishini ham tushuntira oladi. Ma'lumki, masalan, vodorodning ikki atomlari orasidagi reaksiya biomolekulyar bormasdan, balki to'qnashuvlar natijasida sodir bo'ladi. Haqiqatdan ham, vodorodning ikkita faol atomlari o'zaro to'qnashganda qandaydir bir fursatda vodorodning qo'zg'atilgan holatdagi molekulasi hosil bo'ladi, lekin qo'zg'alish energiyasi hosil bo'lgan molekuladagi bog' energiyasidan katta bo'lgani uchun molekula yana atomlarga parchalanishi mumkin. Bunday



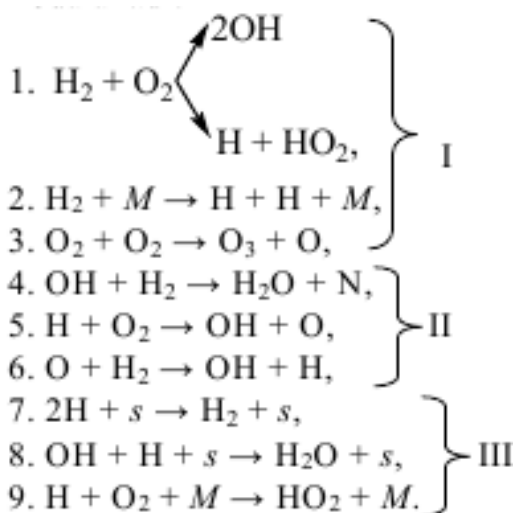
to'qnashuvlar soni ko'p bo'lishiga qaramasdan barqaror molekulaning hosil bo'lishiga olib kelmaydi. Agar to'qnashuvlar begona molekula yoki idish devori bilan amalga ohsa, unda boshqacha hol kuzatiladi. Masalan, vodorodning ikkita faol atomlari idish devorida to'qnashsa, ortiqcha energiya idish devori zarrachalariga o'tadi, natijada vodorodning qo'zg'almagan holdagi, ya'ni oddiy molekulasi hosil bo'ladi. Shuning uchun bunday to'qnashuvlar quyidagi reaksiya bilan amalga oshadigan zanjir uzilishiga olib keladi:



Tabiiyki, reaksiyaga kirishuvchi gazlarning bosimi qancha kichik bo'lsa, to'qnashuvlarning hajm bo'yicha soni shuncha kam bo'ladi va faol zarrachaning idish devorlariga diffuziyalanishi ham shuncha osonlashadi. Bosimning oshirilishi esa, faol zarrachalarning idish devorida to'qnashishlarini kamaytiradi, lekin shu bilan bunday to'qnashuvlar ham faol zarrachalar sonini kamaytirib, zanjirning uzilishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun amaliyotda yuqori bosimning zarurati bo'lmagan hollarda o'rtacha bosim bilan ish ko'rilishi kerak. Uchlamchi to'qnashuvlar sonining (Z_3) ikkilamchi to'qnashuvlar soniga (Z_2) nisbati bosimga bog'liq holda qanday o'zgarishi quyida keltirilgan:

$R(\text{Pa})$	26,6	266	2660	26600	266 000
Z_3/Z_1	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}

1. Tarmoqlangan zanjir reaksiyalariga misol sifatida vodorodning oksidlanish reaksiyasini kiritish mumkin. Bu reaksiyaning elementar bosqichlari quyidagi sxema bilan ifodalanadi:



I gruppа - faol zarrachalarning (vodorod, kislorod atomlari va OH radikallarining) hosil bo'lishi bilan boradigan zanjirning tug'ilish jarayoni;

II gruppа - zanjirning uzayish va tarmoqlanish jarayoni;

III gruppа - reaksiyaning to'xtash va zanjirning uzilish jarayoni.

1, 2, 5 va 6 reaksiyalarda reaksiyaga kirishgan bitta faol zarracha o'rniga yana ikkita hosil bo'lib, ulardan biri zanjirni davom ettirsa, ikkinchisi yangi zanjirni hosil qiladi. Mana shunday reaksiyalar tarmoqlangan zanjir reaksiyalar hisoblanadi. Agar bunday reaksiya amalga ohsa, hosil bo'lgan birgina zanjirning o'zi boshqa ko'pchilik zanjirlarning paydo bo'lishiga olib keladi. Tarmoqlanish har bir bo'g'inda kuzatiladi deb faraz qilsak, unda tutash tarmoqlangan zanjir reaksiya, ya'ni shiddatli reaksiya natijasida portlash yoki alanganish sodir bo'ladi. Shunga o'xshash hollarni fosfor, uglerod sulfid, arsin, uglerod (II)-oksid bug'larining oksidlanishida kuzatish mumkin.

Aytib o'tilganidek, zanjir reaksiyalarga ko'pgina noorganik fotokimyoviy reaksiyalar mansub bo'ladi. Agar yuqorida ko'rib chiqilgan reaksiyalarda inisiirlovchi agentlar bo'lib termik yoki kimyoviy yo'l bilan qo'zg'atilgan zarrachalar ishtirok etgan bo'lsa, fotokimyoviy reaksiyalarda muayyan to'lqin uzunligidagi yorug'lik kvantlari vositasida qo'zg'alish yuzaga keladi. Fotokimyoviy reaksiyalar asosida ikkita qonun yotgan bo'lib, ulardan biri Dreper tomonidan (1830 y.), ikkinchisi Eynshteyn tomonidan (1912 y.) ta'riflanadi.

Fotokimyoning I qonuni: faqat muhit tomonidan yutilgan yorug'lik uning kimyoviy o'zgarishini amalga oshirishi mumkin.

Fotokimyoning II qonuni: har bir yutilgan kvant faqat bitta molekulanani o'zgartiradi. Bunday holda «o'zgartiradi» deganda har qanday kimyoviy va fizikaviy o'zgarish tushuniladi. Chunki molekula yorug'lik nurini yutib, qo'zg'alishi mumkin, lekin keyinchalik reaksiyaga kirishmasdan bu energiyani yo'qotishi ham mumkin.

Fotokimyoviy reaksiyalar miqdoriy jihatdan reaksiyaning kvant unumi (γ) bilan xarakterlanib, u reaksiyaga kirishgan molekulalarning yutilgan kvantlar soniga bo'lgan nisbat bilan aniqlanadi.

Bu muhim kattalikni tushuntirish va izohlash maqsadida fotokimyoviy reaksiyani uchta asosiy bosqichga ajratamiz: 1) yorug'lik yutilishining dastlabki bosqichi; 2) birlamchi fotokimyoviy jarayon; 3) ikkilamchi reaksiyalar. Bu bosqichlarni ketma-ket ko'rib chiqamiz.

Yutilishning dastlabki bosqichi fotokimyoning ikkala qonuni ham fotokimyoviy reaksiyaning sodir bo'lishi uchun zarur bo'lgan sharoitlarni aniq ifodalaydi, lekin shu bilan birga Vant-Goff tomonidan (1904 y.) taklif etilgan miqdoriy qonuniyatni ham nazarda tutish kerak: *fotokimyoviy o'zgargan moddaning miqdori yutilgan yorug'lik energiyasiga proporsionaldir*. Demak, molekuladagi bog'larni uzishga yetarli bo'ladigan yorug'lik energiyasi ham fotokimyoviy faol bo'lishi mumkin ekan.

Har qanday gaz fazadagi fotokimyoviy reaksiyada yorug'likning boshlang'ich ta'siri elektron-qo'zg'atilgan molekulaning hosil bo'lishidan iboratdir. Bunday jarayonning kvant unumi 1 ga teng bo'ladi.

Birlamchi fotokimyoviy jarayon. Agar A molekula yorug'lik kvantini yutsa, uning o'zgarishlarga uchrashini kutish mumkin. Eng asosiy sodir bo'ladigan o'zgarishlar 1-jadvalda keltirilgan. Birlamchi fotokimyoviy reaksiyaning kvant unumi birinchi navbatda shu jarayonning xarakteriga bog'liq bo'ladi. Agar, masalan, faqat 4-jarayon amalga oshganda edi, unda birlamchi kvant unumi yutilishning dastlabki bosqichi unumiga mos tushardi, ya'ni 1 ga teng bo'lardi. Lekin tajribalar tahlili ko'rsatadiki, boshqa jarayonlar ham sodir bo'lishi mumkin, xususan, ko'pchilik reaksiyalarda birlamchi jarayon 3 bosqich orqali amalga oshadi.

1 - j a d v a l **Birlamchi fotokimyoviy jarayonlar**

Yutilishning dastlabki bosqichi	Jarayon turi	Reaksiya tenglamasi
$A + h\nu = A^*$	1. Flyuoresstensiya	
	2. Idish devorlari bilan to'qnashuvda dezaktivlanishi	$A^* \longrightarrow A + h\nu$
	3. O'z-o'ziga dissosialanish	$A^* + M \longrightarrow A + M$
	4. To'qnashuv natijasida kelib chiqadigan dissosialanish	$A^* \longrightarrow D_1 + D_2$
	5. Ichki qayta tiklanish yoki izomerlanish	$A^* + M \longrightarrow D_1 + D_2 + M$
	6. Boshqa shakllar bilan reaksiya	$A^* \longrightarrow B$
		$A^* + B \longrightarrow C$

Bunday hol HF, HCl, HBr, HI va F₂ molekulari tomonidan yorug'lik

yutilganda kuzatiladi. Binobarin, birlamchi fotokimyoviy jarayon uchun kvant unumi (γ_1) 2, 3, 4 jarayonlarda dissotsilanadign molekularlar sonining yutilgan kvantlar soniga bo'lgan nisbat bilan aniqlanadi. Bunda γ_1 ning eng yuqori qiymati 1 ga teng bo'ladi. Lekin boshqa jarayonlar (ko'pincha 1 va 2) ham amalga oshsa, unda γ_1 qiymati 1 dan kichik bo'lib qoladi. Kvant unumi γ_1 ning qiymatini aniqlashda yutilish spektrlari ham katta yordam ko'rsatadi. Agar yutilish spektri uzluksiz bo'lsa, unda yorug'likning har bir yutilish bosqichi molekularning atomlarga dissotsilanganligini bildiradi. Bunday spektrning hosil bo'lishi 3 jarayon qolganlaridan ustun turishini anglatadi. Yutilishning diskret spektri esa 3 va 4 jarayonlar sekin borishini, shunga binoan boshqa jarayonlar ham ular bilan raqobatlasha olishini ko'rsatadi.

Ikkilamchi reaksiyalar. Ikkilamchi reaksiyalarning rivojlanish o'lchovi sifatida $\frac{\gamma}{\gamma_1}$ nisbat xizmat qiladi va uni ikkilamchi unum (γ_2) deb

belgilab olamiz. Bunda $\gamma = \gamma_1 \cdot \gamma_2$ bo'ladi. Birlamchi dissotsilanish mahsulotlari D_1 va D_2 barqaror molekular, reaksiya qobiliyati yuqori molekular yoki erkin radikallar va atomlar bo'lishi mumkin. Barqaror molekular hosil bo'lganda keyingi reaksiyalar amalga oshmaydi va $\gamma_2 = 1$ bo'ladi. Lekin ko'pincha erkin radikallar yoki atomlar hosil bo'lgani uchun ular ikkilamchi reaksiyalarning sodir bo'lishiga olib keladi. Bunday holda γ_2 ning qiymati 1 ga yaqin bo'lishi ham, undan keskin farq qilishi ham mumkin. Tajribalar ko'rsatadiki, ikkilamchi reaksiyalar natijasida kvant unumi $\gamma_2 > 1$ bo'ladi. Umuman olganda esa, reaksiya mexanizmi haqidagi tushunchalar γ ning tajriba sharoitlariga, xususan: reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasi yoki bug' bosimi, qo'shimchalar, yorug'likning to'lqin uzunligi, harorat, idish o'lchami va boshqalarga bog'liqligini o'rganishga asoslanadi.

Misol sifatida vodorod va xlordan vodorod xloridning hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz. Reaksiyaning o'ziga xos xususiyatlari quyidagilardan iborat:

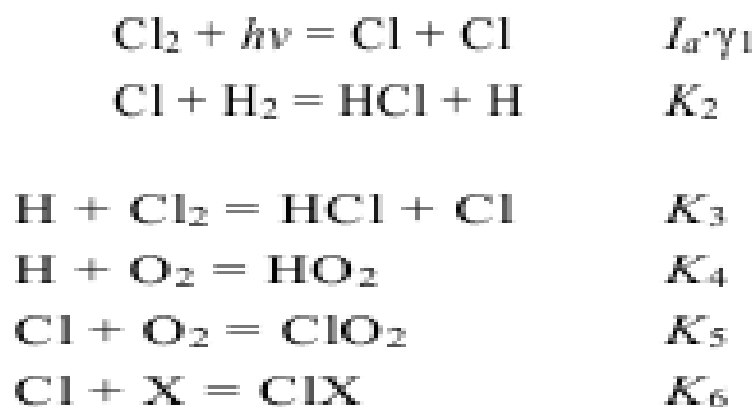
1. Ko'p kuzatiladigan induksion davr. Bunday hol asosan qo'shimchalar bo'lganda kuzatiladi, lekin qo'shimchalardan tozalangandan keyin reaksiya me'yorida boradi.
2. Reaksiya tezligi kislorod konsentratsiyasiga (agar uning miqdori 0,09 dan 1 mol. % gacha tashkil etsa) teskari proporsional bo'ladi.
3. Yaqqol namoyon bo'ladigan fotokimyoviy to'siq mavjud emas, lekin 500 nm dan katta to'lqin uzunliklarida reaksiyalar sekin boradi.
4. Kislorodning unumi juda katta.

5. Kislorod ishtirokidagi reaksiyaning tezligi uchun empirik tenglama quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\frac{d[\text{HCl}]}{dt} = \frac{K \cdot I_a [\text{H}_2] [\text{Cl}_2]}{m[\text{Cl}_2] + [\text{O}_2] \left\{ [\text{H}_2] + \frac{[\text{Cl}_2]}{10} \right\}},$$

bunda I_a - yorug'lik oqimining tezligi.

Bu tenglamaga quyidagi sxema mos keladi:



Bundan ko'rinadiki, reaksiya tezligi ko'pchilik parametrlarga bog'liq bo'ladi, shuning uchun sintezni boshlashdan oldin gaz fazadagi zanjir reaksiyalarga tegishli bo'lgan asosiy nazariy tushunchalarga ega bo'lish kerak.

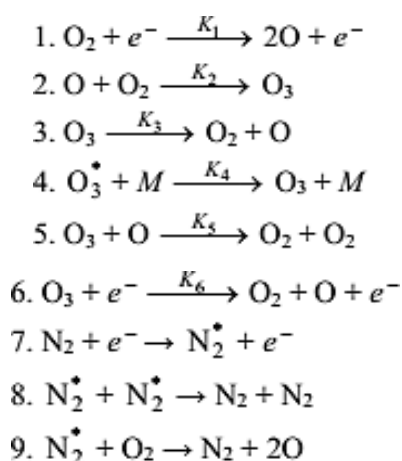
Gaz fazadagi sintezlar orasida elektr razryadlardagi reaksiyalar muhim o'rin to'tadi. Bu holda kimyoviy kinetika qonunlari quyidagi asosiy tushunchalar bilan to'ldiriladi: berilgan elektr razryaddagi kimyoviy reaksiya tezligi razryad quvvatiga proporsionaldir. Shuni ta'kidlash joizki, bitta reaksiyaga nisbatan turli razryadlar uchun proporsionallik koeffitsiyentlari butunlay boshqa qiymatlarga ega bo'ladi.

Gazlardagi elektr razryadlar noorganik sintezlarda yordamchi vositalar hisoblanadi. Ular boshqa yo'llar bilan qiyinchilikda olinadigan yoki umuman olib bo'lmaydigan birikmalarni olishga imkon beradi. Elektr razryadlarning turli-tuman turlari bo'lishiga qaramasdan, sintez uchun muhim bo'lgan asosiy uchta turini ko'rsatish mumkin. Ularga sekin razryad, uchqunli razryad va yoyli razryadlar kiradi.

Sekin razryad uncha katta bo'lmagan tok kuchi va ma'lum darajadagi kuchlanishda gazning $101,33 \cdot 10^3$ Pa bosimida (ba'zan $6,665 \cdot 10^3$ Pa dan kam bo'lmagan past bosimda) amalga oshadi. Kuchlanish manbai sifatida chastotasi 50 Gst va kuchlanishi 8000-10000 V bo'lgan oddiy o'zgaruvchan tok ishlatiladi. Minimal kuchlanish gaz tabiati, apparat o'lchamlari, gaz oqimining tezligi va tok chastotasiga bog'liq bo'ladi.

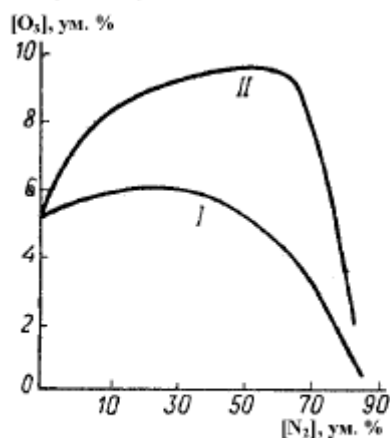
Sekin razryad yordamida ko'pincha ozon va peroksidli birikmalar olinadi. Sekin razyadda boshqa reaksiyalarni ham o'tkazish mumkin, lekin reak-siya unumi, odatda, juda kichik bo'ladi.

Misol sifatida kislorod va azot aralshmasidan ozon sintezini ko'rib chiqamiz. Azot ishtirokida bu jarayon faollanadi. Hosil bo'lgan ozon miqdorining aralashmadagi azot konsentrasiyasiga bog'liqlik grafigi 2-rasmda tasvirlangan. Azot konsentrasiyasining ortishi bilan kislorodning o'zgarish darajasi (I) ham, ozonning konsentrasion egri chizig'i (II) ham maksimumdan o'tadi, bu esa azot qo'shimchalarining jarayonga spetsifik ta'sir ko'rsatishidan dalolat beradi. Qo'shimchalarning ta'siri va reaksiyaning borish yo'llarini tushuntirish maqsadida quyidagi mexanizm taklif etildi:

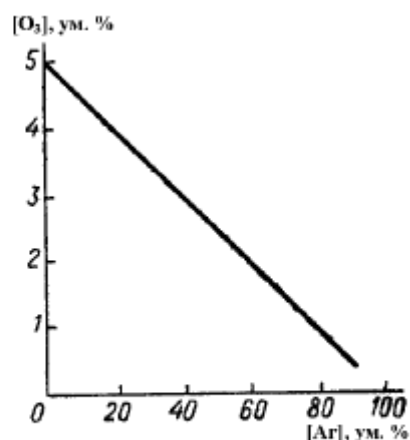


Azotning ahamiyati oxirgi uchta jarayonlarda namoyon bo'ladi. Ularning birinchisi elektron bilan to'qnashganda azot molekulasining qo'zg'alishi hisoblanadi. Azotning qo'zg'atilgan molekulari qo'zg'alish energiyasini yo'qotishi (8 jarayon) yoki uni kislorod molekulariga uzatishi mumkin (9 jarayon).

Agar indifferent erituvchi, masalan, argon ishlatilsa, quyidagi hol kuzatiladi: argon konsentrasiyasining ortishi bilan ozon konsentrasiyasi chiziqli kamayib boradi (3-rasm).



2-rasm. Ozon unumining aralashmadagi azot konsentratsiyasiga bog'liqligi.



3-rasm. Ozon unumining aralashmadagi argon konsentratsiyasiga bog'liqligi.

Lekin sekin razryaddagi vodorod peroksid sintezida argon va suv molekulari katalizatorlik vazifasini bajarsa, azot molekulari endi ingibitorlik ta'sir ko'rsatadi. Binobarin, reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiatiga bog'liq holda qo'shimchalarning ta'sir etish xarakteri sezilarli darajada o'zgaradi.

Noorganik sintezda ko'pincha **uchqunli razryad** qo'llaniladi. U o'zgaruvchan tokning 10000-15000 V kuchlanishida, 100-400 mA tok kuchida va gazning 1,30-1330 Pa bosimida o'tkaziladi, katod sohasida zarbli ionlanish hisobiga vujudga keladigan kuchlanish ta'sirida erkin elektronlar hosil bo'ladi, aynan mana shu elektronlar elektr o'tkazuvchanlikni ta'minlab beradi. Bu metod bilan atomar kislorod, azot va vodorodni, OH, NH radikallarini va NH₃ molekulasini olish mumkin. Bunday faol zarrachalarning olinishi tegishli oksidlar, nitridlar, gidridlar, imidlar va boshqalarning hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalarga yordamlashadi. Xususan, uchqunli razryadning kislorod saqlagan biron bir aralashmaga ta'siri natijasida bir qator yangi birikmalar: BrO₂, BrO₃, F₂O₂ va boshqalar olindi. SiCl₄ saqlagan vodorod atmosferasiga uchqunli razryad ta'sir etilganda kremniy, SiHCl₅ va boshqalar bilan bir qatorda SiCl₂ va SiH₂ monomerlari ham hosil bo'lib, ular keyinchilik yuqori molekulyar mahsulotlarga aylanadi. N₂ va BBr₃ dan yaxshi unum bilan bor gidridlar olinadi. Al(CH₃)₃ va N₂ aralashmasiga razryad berilganda Al₂N₂(CH₃)₄ hosil bo'ladi, undan esa (AlH₃)_x olinadi va hokazo.

Yoyli razryad asosan oddiy haroratda olinishi qiyin bo'lgan kimyoviy birikmalarni olishga imkon yaratuvchi yuqori haroratlarni hosil qilishda qo'llaniladi.

Yoyli razryaddagi sintezga misol qilib, xavodan azot (II)-oksidning olinishini ko'rsatish mumkin.

Azot oksidining 298 K dagi izobar-izotermik potentsiali (AG_{298}) +86,7 kJ/mol ni tashkil etadi, demak, oddiy haroratda bu birikmani azot va

kislorodning bevosita ta'siridan olib bo'lmaydi. Lekin 2400K da entropiyaning ortishi†hisobiga azot va kislorod yetarli tezlik bilan o'zaro birikadi va aralashma miqdoriga nisbatan 2% azot oksidi hosil bo'lib, u aralashma bilan muvozanat holatiga keladi. Sintezni o'tkazish vaqtida shuni nazarga olish kerakki, aralashma oddiy haroratgacha sekin sovutilganda azot oksidi dastlabki komponentlarga parchalanadi. Biroq, bu birikmani 1750 K dan past xararoratgacha tez sovutish mumkin. Shunday sovutishdan keyin azot oksidi xona haroratigacha sovutilganda ham parchalanmaydi. Shuni ta'kidlash joizki, termodinamika nuqtai nazaridan azot oksidi beqaror bo'lsa ham, kinetik jihatdan u barqaror hisoblanadi.

Xuddi shu yo'l bilan ozon va disianni C_2N_2 ham olish mumkin.

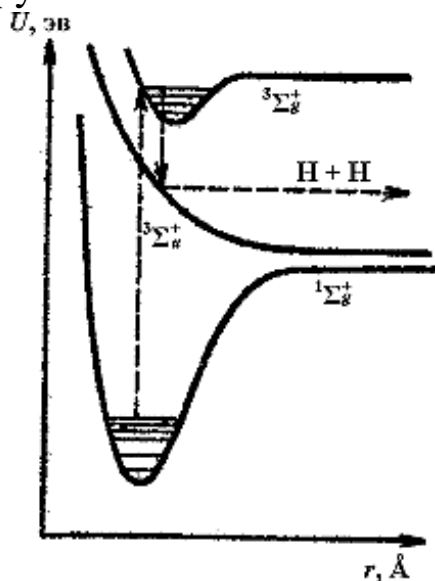
Umuman olganda, noorganik sintez amaliyotida yuqori haroratlar yordamida qiziqarli xossalarga ega bo'lgan ko'pgina birikmalarni olish imkoniyati mavjud. Xususan, qattiq qiyin suyuqlanuvchan moddalarning gazlar bilan o'zaro reaksiyalari muhim ahamiyatga ega bo'moqda. Tegishli haroratda ko'pchilik qattiq moddalarning molekulari kimyoviy dissotsilanishga uchramay gaz fazaga o'tadi; ba'zan ular yanada murakkablashadi. Masalan, NaCl tegishli haroratgacha qizdirilganda, suyuqlanma bilan muvozanatda bo'lgan gaz tarkibida oddiy NaCl molekulari bilan bir qatorda Na_2Cl_2 molekulari mavjud bo'ladi. Shuningdek, xona haroratida olib bo'lmaydigan Na_3Cl va $NaCl_2$ kabi o'gacha birikmalar ham hosil bo'ladi.

Elektr razryad ta'sirida molekularlarning aktivlanish mexanizmi molekularlarning boshqa manbalar ta'sirida aktivlanishidan sezilarli darajada farq qiladi. Elektr razryadlar kimyoviy ta'sirining o'ziga xosligi shundan iboratki, razryadga beriladigan boshlang'ich energiya elektron gazda konsentrlanadi. Elektron bilan qo'zg'alishga uchraydigan molekula massalari orasidagi katta farq hisobiga energiyaning to'qnashuvlar orqali elektrondan molekulaga o'tishi sekin amalga oshadi. Shuning uchun elektronlarning o'rtacha energiyasi molekularlar va ionlarning o'rtacha energiyasidan ancha katta bo'lishi mumkin. O'rtacha energiyalarning bunday farqi ba'zan izotermik bo'lmagan razryad plazmasining hosil bo'lishiga olib keladi (bu holat «elektron harorat» molekulyar haroratdan ancha yuqori bo'lganda vujudga keladi). Bunday plazmada o'ta konsentrlangan reaksiya mahsulotlari hosil bo'ladigan sharoit yaratiladi.

†Bu holda gazsimon moddalarning molar soni o'zgarmaydi ($N_2 + O_2 = 2NO$), lekin ularning strukturasi o'zgaradi, shuning uchun entropiya 298,16 K dayoq musbat qiymatga ega bo'ladi (O_2 uchun $S_{298} = 205,3$; N_2 uchun $S_{298} = 191,8$; NO uchun $S_{298} = 210,9$):

$$\Delta S_{298} = 2 \cdot 210,9 - (205,3 + 191,8) = 421,8 - 397,1 = 24,7 \text{ J/mol-K.}$$

Bunga misol qilib, 11 um.% konsentratsiyali azot oksidning hosil bo'lishini ko'rsatish mumkin. Bunday konsentratsiya termodinamik nuqtai nazardan ruxsat etilgan qiymatdan taxminan 2 marta kattadir.



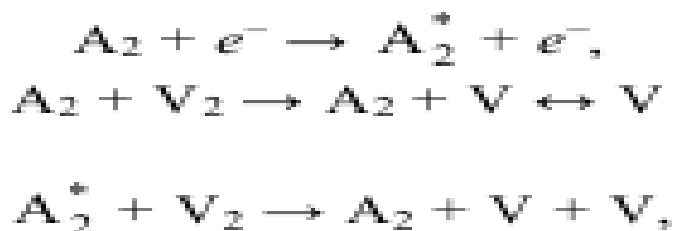
4-rasm. Vodorod molekulasining atomlarga dissotsilanish sxemasi.

Elektronlar bilan molekular to'qnashganda elektron energiyasi molekularga o'tadi, natijada ularning qo'zg'alishi, ionlanishi va dissotsilanishi sodir bo'ladi. Elektronlar bilan to'qnashishidan kelib chiqadigan molekularning bevosita dissotsilanishi va buning natijasida faolligi yuqori bo'lgan erkin atomlar va radikallarning paydo bo'lishi razryadlardagi reaksiyalar uchun (ayniqsa past bosimlarda) muhim ahamiyat kasb etadi. Shunga asosan vodorod molekulasining dissotsilanish mexanizmini 4-rasmda keltirilgan sxema bilan tasvirlash mumkin.

Elektron kelib urilganda molekulaning elektronli qo'zg'alishi sodir bo'lib, u normal singlet holatidan $1\Sigma_g^+$, triplet holatga $3\Sigma_g^+$ o'tadi. Buning uchun elektron 11,4 eV ga teng bo'lgan minimal energiyaga ega bo'lishi kerak. O'z-o'zicha teskari o'tish kvant nuqtai nazaridan taqiqlangani uchun, molekula yuqori holatdan ruxsat etilgan beqaror holatga $3\Sigma_u^+$ o'tadi hamda atomlarga dissotsilanib, ortiqcha energiyani nur ko'rinishida chiqaradi. Shunday qilib, uchqunli razryadda past bosim va 800 K o'rtacha molekulyar haroratda vodorodning dissotsilanish darajasi stasionar qiymatlarga teng bo'ladi, ya'ni 1 ga yaqinlashadi. Taqqoslash uchun: 800 K dagi oddiy reaksiyalarda vodorodning dissotsilanish darajasi atigi $1 \cdot 10^{-10}$ ni tashkil etadi.

Ozon va vodorod peroksid sintezida ham elektronli to'qnashuv natijasida kelib chiqadigan dissotsilanishni kutish mumkin. Agar bosim

o'shirilsa, elektron- qo'zg'atilgan molekulalarning qo'zg'almagan molekulalar bilan to'qnashish hamda energiyaning biridan ikkinchisiga o'tish ehtimolligi ortadi. Bunday jarayon yangi tebranma-qo'zg'atilgan molekulaning paydo bo'lishiga yoki molekulaning to'liq dissotsilanishiga olib keladi. Berilgan jarayonni quyidagi sxema bilan ifodalash mumkin.



bunda $V \leftrightarrow V$ - tebranma-qo'zg'atilgan molekula. Keltirilgan sxema razryaddagi energetik kataliz deb nomlanuvchi jarayon asosida yotadi. Shunga o'xshash hodisalar ko'pchilik gazsimon sistemalarda kuzatiladi.

Geterogen-katalitik reaksiyalar

Gaz fazadagi ko'pchilik reaksiyalar aktivlanish energiyasini kamaytirish va shu bilan jarayonning tezligini oshirish qobiliyatiga ega bo'lgan moddalar ishtirokida o'tkaziladi. Umuman olganda, reaksiya aktivlanish energiyasi (E) ning ΔE kattalikka kamayishi katalizatorlarning ta'sirini ifodalaydi. Kataliz jarayoni ko'rib chiqilganda aktivlanish energiyasi bilan bir qatorda aktivlanish entropiyasining o'zgarishi ΔS ni ham nazarda tutish kerak. Agar katalizatorsiz reaksiyaning kinetik tenglamasi

$$k_1 = A \cdot e^{S_1/R} \cdot e^{-H_1/RT} \quad (5)$$

ko'rinishda ifodalansa, unda katalizator ishtirokidagi reaksiya tezligining tenglamasi entropiya va aktivlanish energiyasining o'zgarishini hisobga olgan holda quyidagi ko'rinishni oladi:

$$k_1' = A \cdot e^{(S_1 - \Delta S)/R} \cdot e^{-(H_1 - \Delta H)/RT} = A \cdot e^{-\Delta S/R} \cdot e^{\Delta H/RT}.$$

Binobarin, katalizni amalga oshirish vaqtida ikki xil moyillik kuzatiladi: aktivlanish energiyasining ΔH kattalikka kamayishi hisobiga reaksiya tezligining $e^{\Delta H/RT}$ marta ortishiga bo'lgan moyillik va entropiyali faktor hisobiga reaksiya tezligining $e^{\Delta S/RT}$ marta kamayishiga bo'lgan moyillik. Shu narsa xarakterliki, entropiyali va energetik faktorlar, odatda, qarama-qarshi yo'nalishlarda ta'sir etadi, ya'ni $\Delta H > 0$ shartga $\Delta S > 0$ mos keladi. Bunday hodisa kompensasion effekt deb nomlanadi va quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

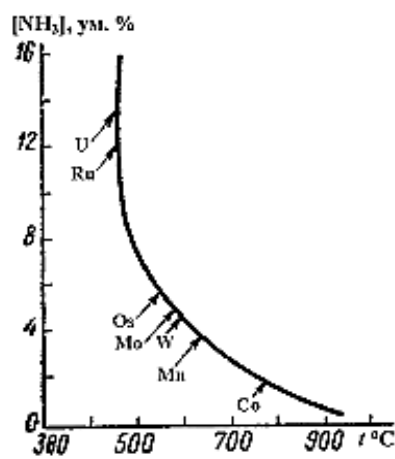
$$S_{1i} = \alpha + \beta H_{1i}^n, \quad (7)$$

bunda S_{1i} va H_{1i} - i -katalizatoridagi qandaydir reaksiyaning aktivlanish entropiyasi va entalpiyasi; α, β, n - berilgan reaksiya turi uchun konstantalar (odatda $n = 1$).

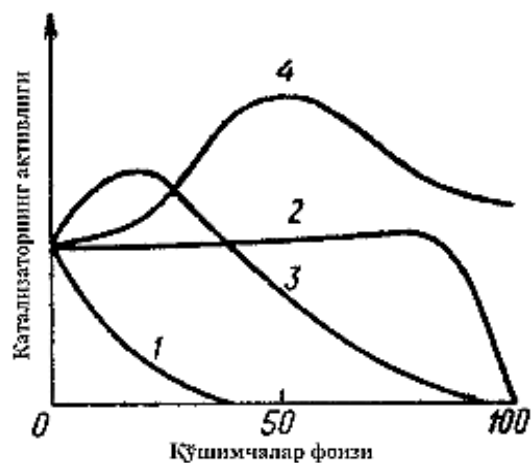
(6) va (7) tenglamalarni taqqoslaganda shuni ko'rish mumkinki, agar

$$\Delta S < \Delta H/T$$

(8) tengsizlik bajarilsa, $e^{-\Delta S/R}$ ga nisbatan $e^{-\Delta H/RT}$ katta bo'ladi. Modomiki, aktivlanish energiyasi haroratga amalda bog'liq bo'lmas ekan, (8) shart faqat pastroq haroratlarda bajariladi. Bundan shunday xulosa chiqadi: eng faol katalizatorlar quyi haroratli katalizatorlar hisoblanadi. Buni azot va vodoroddan ammiak sintezi misolida katalizatorlarning ta'sirini ko'rish mumkin (5-rasm). 5-rasmda ammiak sinteziga turli katalizatorlarning ta'siri (ularning katalitik aktivligi) strelkalar bilan ko'rsatilgan.



5-rasm. Turli katalizatorlar ishtirokida ammiak unumining haroratga bog'liqligi.



6-rasm. Ammiak sintezida temir katalizatorining aktivligiga ba'zi modda qo'shimchalarining ta'siri.

1 - S; 2 - SiO₃; 3 - Al₂O₃; 4 - Mo.

Gaz fazadagi sintezlar uchun elektron kataliz mexanizmiga asoslangan katalizatorlarning qo'llanilishi xarakterlidir (ba'zan bunday jarayon oksidlanish- qaytarilishli kataliz yoki elektron o'tishli kataliz deb ham nomlanadi).

Elektron kataliz toza metallarda, yarim o'tkazgichlarda, o'zgaruvchan valentli elementlarning birikmalarida amalga oshadi. Elektron katalizatorlarning katalitik aktivligini d -element kationining oksidlanish potentsiali bilan bog'lash mumkin:

$$\lg K_i = A - \lg E_i,$$

bunda K_i - i -katalizatorlardagi elementar reaksiya bosqichining tezlik

konstantasi (katalitik aktivlikning *o'lchovi*); A - berilgan reaksiya uchun doimiy konstanta; E_i - i -katalizatoridagi d -element kationining oksidlanish potentsiali

Demak, katalizator sifatida *qo'llaniladigan* d -element kationinig oksidlanish potentsialini bilgan holda, uning katalitik aktivligini taxminiy aniqlash mumkin.

Sintez amaliyotida kimyoviy toza moddalar deb hisoblanishi mumkin *bo'lgan* katalizatorlar kam *qo'llaniladi*. Shuning uchun *qo'shimchalarning* kimyoviy tabiati, ularning katalizatorlar xossalariga *ta'siri* muhim ahamiyatga ega *bo'ladi*. *Qo'shimchalar* ikki turga *bo'linadi*:

promotorlar (yoki modifikatorlar) - katalizatorlarning aktivligini va tanlash ta'sirini oshiruvchi *qo'shimchalar*;

tarqatuvchilar (yoki inert *qo'shimchalar*) - katalizatorlarning tuzilishi va fizik xossalariga ta'sir etuvchi (masalan, katalizatorlarning g'ovakligini, mexanik mustahkamligini, termik barqarorligini oshiruvchi) moddalar.

Temir katalizatori *qo'llaniladigan* ammiak sintezida *qo'shimchalarning* ta'siriga oid o'tkazilgan tadqiqotlar, kiritilgan *qo'shimchalarning* kimyoviy tarkibiga bog'liq holda, katalizator xususiyatlarining turli-tuman o'zgarishini ko'rsatdi (6-rasm). Haqiqatdan ham, *qo'shimchalarning* fizik-kimyoviy xossalari katalizator komponentlari orasidagi murakkab o'zaro ta'sirlar bilan aniqlanadi hamda katalizatorlarning energetik, struktur, sirt va boshqa xossalariga bog'liq *bo'ladi*. Tegishli *qo'shimchalarni* tanlash yo'li bilan katalizatorning xossalarini yaxshilash imkoniyatlari mavjudligini hisobga olgan holda, asosan ko'p komponentli katalizatorlar tayyorlanadi.

Hozirgi kunda eng ko'p *qo'llaniladigan* qattiq g'ovakli katalizator ishtirokida boradigan jarayonlarni ko'rib chiqamiz. Qattiq g'ovakli katalizatoridagi katalitik reaksiya ko'p bosqichli jarayon hisoblanadi va quyidagi asosiy bosqichlardan iborat *bo'ladi*:

- a) dastlabki moddalarning katalizator sirtiga diffuziyalanishi;
- b) dastlabki moddalarning g'ovaklar orqali katalizator ichiga diffuziyalanishi;
- v) reagentlarning katalizator sirtiga adsorbsiyasi;
- g) kimyoviy adsorbsiya;
- d) reaksiya mahsulotlarining desorbsiyasi;
- e) reaksiya mahsulotlarining g'ovaklar orqali katalizatorning tashqi sirtiga diffuziyalanishi;
- j) reaksiya mahsulotlarining katalizator sirtidan ajralishi.

Agar parallel yoki ketma-ket reaksiyalar amalga oshsa, unda

bosqichlar soni yanada ko'payishi mumkin.

Katalizator ishtirokidagi reaksiyaning boshlanish vaqtida reaksiya bosqichlaridan biri boshqalarga nisbatan sekin borishi mumkin va aynan shu bosqich umumiy jarayonning tezligini qat'iy belgilab turadi. Jarayonning umumiy tezligini belgilovchi bosqich limitlovchi (cheklovchi, chegaralovchi yoki me'yoriga keltiruvchi) bosqich deb nomlanadi. Umuman olganda, yuqorida sanab o'tilgan bosqichlardan xohlagan biri limitlovchi bo'lishi mumkin. Shunga binoan, bosqichlari limitlovchi bo'la oladigan quyidagi jarayonlar bir-biridan farqlanadi: tashqi diffuziya (limitlovchi bosqich «a» va «j»), ichki diffuziya (limitlovchi bosqich «b» va «e»), adsorbsiya (limitlovchi bosqich «b» va «d»), kimyoviy reaksiya (limitlovchi bosqich «g»). Limitlovchi bosqichning tabiatiga muvofiq, geterojen-katalitik reaksiyalar tashqi diffuzion, ichki diffuzion, adsorbsionkinetik va kinetik sohalaridagi jarayonlarga bo'linadi.

Ko'pgina kimyoviy birikmalar kabi katalizatorlarga ham begona qo'shimchalar va harorat ta'sir ko'rsatadi. Masalan, ammiak sintezida qo'llaniladigan temir katalizatori oltingugurt ishtirokida o'zining katalitik aktivligini pasaytiradi. Shu sababli katalizatorlarning aktivligiga muhitning ta'siri bilan bog'liq bo'lgan jarayonlarga batafsil to'xtalib o'tamiz.

Tashqi sharoitlarning ta'sir etish xarakteri bo'yicha katalizatorlarning samaradorligini o'zgartiruvchi uchta asosiy jarayonni ajratish mumkin: katalizatorning zaharlanishi, eskirishi va ishdan chiqishi.

Katalizatorning zaharlanishi - bu reagentlar oqimida mavjud bo'lgan yoki reaksiya natijasida katalizator sirtida hosil bo'ladigan qo'shimchalar ta'siri natijasida katalitik aktivlikning kamayishidir. Katalizator sirtining blokirovkasi (ya'ni bekilishi) va zaharlanish bir-biridan farqlanadi. Katalizator sirtiga reagentlarning diffuziyalanishiga to'sqinlik qiluvchi moddalarning katalizatorida cho'kishi blokirovkani keltirib chiqaradi; zaharlanishda esa, katalizatorning faol sirtida qo'shimchalarning adsorbilanishi kuzatiladi. Elektron katalizda zaharlar sifatida bo'linmagan elektron juftlarini saqlagan ko'pchilik birikmalarni (metall karbonillari, vodorod sulfid, fosfin, arsin va boshqalarni) ko'rsatish mumkin. Katalizator qancha faol bo'lsa, u shuncha oson zaharlanadi. Shu sababga ko'ra, o'rtacha aktivlikka ega, lekin zaharlanishga chidamliligi yuqori bo'lgan katalizatorlardan ko'proq foydalaniladi. Xususan, ammiak sintezida temir katalizatorlari, sulfat kislota ishlab chiqarishda vanadiy katalizatorlari hanuzgacha keng qo'llanilib kelinmoqda.

Katalizatorlarning eskirishi deganda katalizator zarrachalari solishtirma sirti, tuzilishi va dispersligining o'zgarishi natijasida katalitik

aktivlikning kamayishi tushiniladi. Yuqori haroratlarda katalizatorlarning eskirishi tezlashadi, chunki bunda diffuziyalanish tezligi ortadi va katalizatorning solishtirma sirtini kamaytiruvchi rekristallanish kuchayadi. Rekristallanishni kuchaytiruvchi moddalar mineralizatorlar deb nomlanadi.

Promotorlarning, ya'ni katalizator aktivligini kuchaytiruvchi moddalarning ta'siri ko'pincha katalizatorlarning faol shaklini barqarorlashtirishdan va rekristallanishni sekinlashtirishdan iborat bo'ladi. Misol sifatida ammiak sintezi uchun qo'llaniladigan temir katalizatoriga Al_2O_3 ning ta'sirining ko'rsatish mumkin: 1% Al_2O_3 qo'shimchasi katalizatorning solishtirma sirtini 0,5 dan 10 m^2/g gacha oshiradi.

Katalizatorning ishdan chiqishi - bu katalizatorning eroziyasi yoki bug'lanishi natijasida uning reaktordan yo'qolishi hisoblanadi. Harakatchan va qaynab turgan suyuqliklar muhitida katalizatorlar sezilarli darajada eroziyalanadi. Bug'lanish esa, odatda kamroq ahamiyatga ega bo'ladi.

Yuqorida sanab o'tilgan holatlardan tashqari kimyoviy reaksiya tezligi bosim va haroratning o'zgarishiga ham bog'liq bo'ladi.

3-MAVZU. NOORGANIK BIRIKMALARNING SUYUQ VA QATTIQ FAZADAGI SINTEZI.

Reja:

- 1. Noorganik birikmalarning suyuq fazadagi sintezi.*
- 2. Nisbiy solvatlanish va tuz effektlari.*
- 3. Noorganik birikmalarning qattiq fazadagi sintezi.*

Noorganik sintez reaksiyalarining kondensirlangan fazada o'tkazilishi muayyan cheklanishlarga ega bo'ladi va reaksiyalar suyuq fazada o'tkazilganda bu jihatlarni ham hisobga olish kerak. Suyuq fazadagi reaksiyalarga birinchi navbatda erituvchining ta'siri seziladi. Erituvchining tabiati reaksiyalarning tezligiga ham, ularning mexanizmiga ham ta'sir ko'rsatadi. Ba'zan erituvchi jarayonning tezligini o'zgartirib, uning mexanizmiga ta'sir etmaydi. Erituvchi reaksiya mexanizmiga ta'sir etib, lekin tezligini o'zgartirmaydigan hollar juda kam uchraydi. Reaksiyaga kirishuvchi zarrachalar orasidagi o'zaro ta'sirlanishning zaiflashishi yoki kuchayishi natijasida jarayon mexanizmi o'zgarimasdan reaksiya tezligining o'zgarishini kutish mumkin. Bunday hodisa zarrachalar orasida mavjud bo'lgan elektrostatik kuchlarga muhitning dielektrik o'tkazuvchanlik ta'siri bilan izohlanadi. Erituvchining qovushqoqligi diffuziyalanish tezligiga, va binobarin, reaksiyaga kirishuvchi zarrachalarning to'qnashuvlar soniga bog'liq

bo'lib, diffuziya bilan limitlanadigan reaksiyaning tezligini o'zgartirishi mumkin. Ba'zi holatlarda reaksiya tezligiga solvatsiya yoki tanlab ta'sir etuvchi solvatsiya ham ta'sir ko'rsatadi. Masalan, muhitning dielektrik o'tkazuvchanligi o'zgarishi bilan tezlikning anomal o'zgarishini yuqori dielektrik o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan erituvchi komponentlarining spetsifik solvatsiyasi bilan tushuntirish mumkin. Erituvchining boshqa ko'pgina xossalari (nukleofillik, elektrofillik, kogeziya, vodorod bog'lar hosil qilish qobiliyati va boshqalar) ham reaksiyaning tezligiga va mexanizmiga ta'sir ko'rsatadi.

Agar gaz va suyuq fazadagi bir xil reaksiyani solishtirsak, unda hatto, «inert» erituvchilarni qo'llaganda ham, ba'zi tafovutlarni ko'rish mumkin. Masalan, azot angidridning parchalanish reaksiyasini



ko'rib chiqamiz. Bu reaksiya monomolekulyar reaksiyaga misol bo'ladi, chunki reaksiyaning borishida to'qnashuvlar ahamiyatga ega bo'lmaydi, erituvchi esa faqat maksvell-bolstman taqsimlanishini quvvatlaydi, va binobarin, aktiv molekularning muvozanat konsentrasiyasini termik boshqarib turadi. Taqqoslash natijalari 2-jadvalda keltirildi.

2 - j a d v a l Gaz fazasi va turli erituvchilardagi parchalanish reaksiyalari uchun Arrenius tenglamasining doimiyliklari (20 °C da)

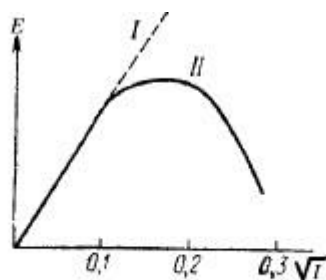
Erituvchi	Arrenius doimiyliklari		$\frac{K_{eritma}}{K_{gaz}}$
	A, s ⁻¹	E, kJ/mol	
Gaz faza	$4,5 \cdot 10^{13}$	102,6	1,00
CCl ₄	$4,8 \cdot 10^{13}$	101,0	1,24
CHCl ₂	$6,4 \cdot 10^{13}$	103,1	1,45
Br ₂	$2,5 \cdot 10^{13}$	100,5	1,14
CH ₃ NO ₃	$3,1 \cdot 10^{13}$	102,6	0,81
N ₂ O ₄	$16,3 \cdot 10^{13}$	104,7	1,82

Lekin ba'zi boshqa erituvchilarda (nitrat kislota, dixlorpropanda) azot angidrid gaz fazaga nisbatan taxminan 25 marta sekinroq parchalanadi, aktivlanish energiyasi esa 118,6 kJ/mol gacha ortadi. Reaksiya tezligining erituvchi tabiatiga bog'liqligini quyidagicha ifodalanadigan aktivlanish energiyasi bilan tushuntirish mumkin:

$$E = E_0 + E_D + E_p,$$

bunda E_0 - reagentlar zaryadiga bog'liq bo'lmagan barcha effektlarni

hisobga oluvchi aktivlanish energiyasi; E_D - reagentlar orasidagi elektrostatik ta'sirlarni hisobga oluvchi aktivlanish energiyasi; E_μ - ionli atmosferaning hosil bo'lishi natijasida vujudga keladigan effektlarni hisobga oluvchi aktivlanish energiyasi. Bu tenglamadagi ikkita katalitik E_D va E_μ erituvchining tabiati bilan aniqlanadi, demak, ular aktivlanish energiyasining o'zgarishiga o'z hissasini qo'shgan holda, reaksiya tezligiga ham o'z ta'sirini ko'rsatishi kerak.



7-rasm. Aktivlanish energiyasining ion kuchiga bog'liqligi.
I – Debay-Xyukkel tenglamasi bo'yicha; II – tajriba ma'lumotlari.

E_D va E_μ ni erituvchi tabiatiga bog'lovchi qonuniyatlar faqat suyultirilgan erituvchilar uchun ishlab chiqilgan, lekin ko'pchilik sintezlar ancha konsentrlangan erituvchilarda o'tkazilishini nazarda tutsak, bu masalaga to'xtalib o'tishga hojat qolmaydi. Faqat shuni aytish mumkinki, E_D va E_μ bilan erituvchi tabiati orasidagi bog'liqni hisoblash asosida Debay- Xyukkel nazariyasi yotadi, va binobarin, nazariya uchun xos bo'lgan cheklanishlar ular uchun ham xarakterlidir. E_μ ni hisoblash tenglamasiga kiruvchi ion kuchining ($I = 1/2 \cdot \sum n_i \cdot Z_i^2$, bunda n_i - Z_i zaryadga ega bo'lgan ionlarning 1 sm^3 dagi soni) aktivlanish energiyasiga bog'liqligi 7-rasmda ko'rsatilgan.

Erituvchi hisobiga kelib chiqadigan ba'zi faktorlarning kimyoviy reaksiya tezligiga ta'sirini batafsil ko'rib chiqamiz.

Qovushqoqlik. Reaksiyaga kirishuvchi zarrachalarning diffuziyalanishi bilan limitlanadigan har qanday jarayonning tezligi muhit qovushqoqligiga bog'liq bo'lishi kerak. Bunday jarayonlar uchun kichik aktivlanish energiyalar xarakterlidir. Shuni ta'kidlash joizki, tezligi asosan diffuziyalanish tezligi bilan belgilanadigan reaksiyalar noorganik sintezda kamchilikni tashkil etadi. Bunday reaksiyalarga, odatda, monomolekulyar termik yoki fotokimyoviy parchalanish reaksiyalari kiradi. Boshqa turdagi qolgan barcha reaksiyalarda diffuziyalanish tezligini sun'iy (aralashtirish yo'li bilan) oshirib, reaksiya tezligining

qovushqoqlikka bo'lgan kuchli bog'liqligidan qutulish mumkin. Biroq, eritmaning qovushqoqligi ko'pincha sintezlanadigan mahsulotlarning eritmadan kristallanishini qiyinlashtiradi. Shunday hollar ham uchraydiki, aralashtirish ham, «zatravka»ning kiritilishi ham kristallanish jarayonini tezlashtirmaydi va olingan modda eritmada qolaveradi. Bunaqa paytda ko'pincha eritma boshqa erituvchi bilan suyultiriladi. Buning uchun erituvchi eritma bilan to'liq aralashishi, yuqori qovushqoqlikka ega bo'lmasligi va sintezlangan mahsulotning eruvchanligini kamaytirishi kerak. Sun'iy yaratilgan bunday sharoitlarda kristallanish jarayoni tezroq boradi. Misol sifatida beriliy nitratning uning suvli eritmasidan kristallanishini ko'rsatish mumkin. Bug'latishdan keyin qoladigan juda qovushqoq eritma konsentrlangan nitrat kislota bilan ishlanadi (sistemadagi eritma va kislota nisbati 1:1), shundan keyin berilliy nitrat eritmadan kristallanishni boshlaydi.

Erituvchining solvatlanishi va ionlanishi. Ionlanuvchan va solvatasion effektlar orasida muayyan o'xshashlik mavjud, chunki ionlashtirishni keltirib chiqaruvchi erituvchilar ham sezilardi darajada solvatlovchi qobiliyatga ega bo'ladi. Ba'zi hollarda faqat solvatasion effekt yorqinroq namoyon bo'ladi, chunki eritma tarkibining o'zgarish chegarasida reagentlar asosan ionlar ko'rinishida mavjud bo'ladi va faqatgina komplekslar va reagentlar solvatlanishining o'zgarishi tezlikka ta'sir ko'rsatadi. Boshqa tomondan, ionlanish qutbliligi muayyan oraliqdagi erituvchilarda kuzatiladigan, va binobarin, solvatasion effekt singari ionlanish darajasi tabiatiga ta'sir etadigan hollarda erituvchi kimyoviy reaksiya tezligini o'zgartirishi mumkin. Shuni ta'kidlash kerakki, nafaqat tezlik, balki reaksiya tartibi va mexanizmi ham erituvchining tabiatiga bog'liq holda o'zgaradi.

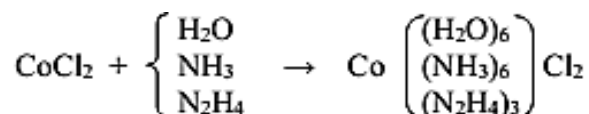
Agar xossalari bo'yicha o'xshash, lekin miqdoriy xarakterisikalari bilan farq qiluvchi erituvchilar tanlansa, unda solvatasion va ionlanuvchan effektlar mexanizmi orasida deyarli farq qolmaydi. Misol sifatida qandaydir birikmaning suv, suyuq ammiak va suyuq gidrazin bilan o'zaro ta'sirini ko'rib chiqamiz. Bu erituvchilarning xarakterisikalari 3- jadvalda berilgan.

3 - j a d v a l Xossalari o'xshash bo'lgan erituvchilarning fizik-kimyoviy xarakterisikalari $t_{suyuq, ^\circ C}$

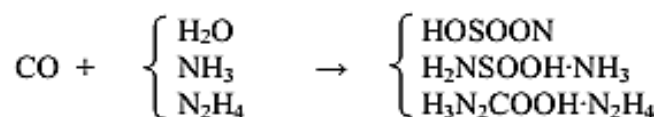
Erituvchi	D	$t_{suyuq, ^\circ C}$	$t_{qaynash, ^\circ C}$	pK (dissotsilanish reaksiyasi uchun)

H ₂ O	79 (+20°)	0	100	14 (2H ₂ O ↔ H ₃ O ⁺ + OH ⁻)
NH ₃	22 (-34°)	-77,8	-33,5	33 (2NH ₃ ↔ NH ₄ ⁺ + NH ₂ ⁻)
N ₂ H ₄	52,9 (+20°)	2,0	113,5	25 (2N ₂ H ₄ ↔ N ₂ H ₅ ⁺ + N ₂ H ₃ ⁻)

Ularning barchasi noorganik birikmalar uchun yaxshi erituvchilar hisoblanadi va ular bilan solvatlar hosil qiladi. Masalan,

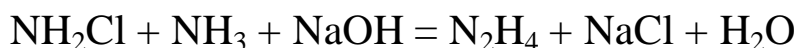


yoki



Bundan shunday xulosa chiqadiki, erituvchining xossa va tabiati haqidagi bilimlar, birikmalar sintezining rasional metodini tanlashga katta yordam ko'rsatishi mumkin. Shuningdek, taqqoslash metodi yoki o'xshashliklar metodi kimyogarlar, xususan, kimyogar-sintetiklar uchun juda muhim hisoblanadi.

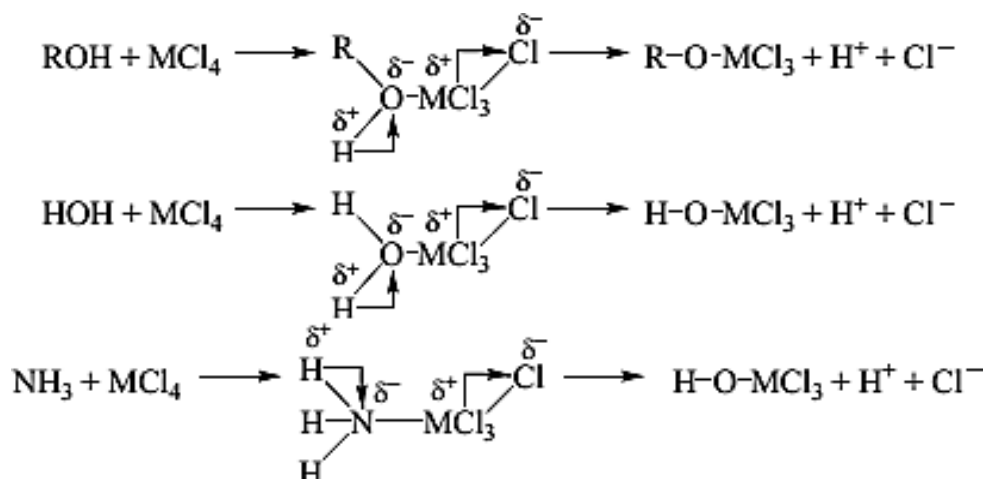
Ko'pincha erituvchi deganda reagentlar eritilgan moddani emas, balki reaksiya boradigan muhitni tushunish kerak. Shunga asosan ammiak va xloramindan gidrazinning hosil bo'lish reaksiyasi qiziqarli hisoblanadi. Ma'lumki, ushbu sintez kuchli ishqoriy muhitda olib boriladi va OH⁻ ionlari reaksiya tezligiga katalitik ta'sir ko'rsatadi. Reaksiya quyidagi sxema bo'yicha boradi:



Bu reaksiyaning tezlik konstantasi muhitning asoslik funksiyasi (N⁻) bilan chiziqli bog'lanishi aniqlandi. Bunday oddiy bog'liqlik sintezni o'tkazish uchun pH ning optimal qiymatlarini tanlashga imkon beradi. Ushbu misol shuni ko'rsatadiki, sintezni o'tkazishdan oldin erituvchining xossalari bilan, va agar erituvchi murakkab bo'lsa, har bir komponentning xossasi bilan yaxshiroq tanishib chiqish kerak.

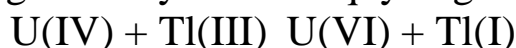
Solviliz. Bir qator erituvchilar borki, ular nafaqat reagentlarni solvatlaydi, balki suvli eritmalardagi gidrolizga o'xshash mexanizm bo'yicha reaksiyaga ham kirishadi. Bunday erituvchilarga birinchi navbatda ammiak, spirtlar, gidrazin, gidroksilamin va boshqalar singari suvga o'xshash erituvchilar kiradi.

Davriy sistema IV guruh elementlari xloridlarining suv, spirt va ammikda ta'sirlanish misolida solvoliz hodisasini ko'rib chiqamiz:



gruppa elementlarining galogenidlari uchun ammonoliz darajasi SiCl_4 , TiCl_4 , ZnCl_4 va ThCl_4 qatorida kamayib boradi. Xuddi shunga o'xshash hol gidroliz uchun ham kuzatiladi. Nazariy jihatdan bunday bog'liqning teskarisini kuzatish kerak edi, chunki M-Cl bog'lanish kuchli ionli xarakterga ega bo'ladigan (ionlanish darajasi SiCl_4 dan ThCl_4 ga o'tganda ortadigan) hollardagina xlor atomlarining amin guruhlariga almashinishi osonlashadi. Eh-timol, bunday nomunofiqlikni teskari tartibda o'zgartiradigan solishtirma sirt zaryad keltirib chiqaradi. Solishtirma sirt zaryad M-Si va N-H bog'larni ionlashtirish uchun zarur bo'lgan koordinasion energiyani hosil qiladi, va binobarin, reaksiya qobiliyat va almashinish darajasining o'zgarish tartibi tajriba yo'li bilan aniqlangan ma'lumotlar asosida topiladi. M-Cl bog' ionligining ortishi esa, asosan solvatlanish jarayoniga yordam ko'rsatadi, buning natijasida erituvchi molekulasida kationning ichki koordinatsion sferasiga kirib, anionni tashqi koordinasion sferaga siqib chiqaradi.

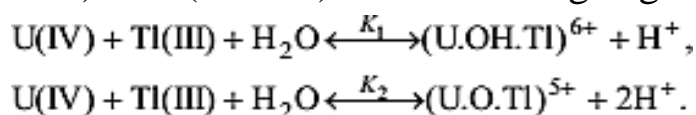
Kimyoviy reaksiya tezligiga solvoliz qanchalik ta'sir ko'rsatishini Tl(III) ishtirokida U(IV) ning U(VI) gacha oksidlanishi misolida ko'rish mumkin. Reaksiyaning umumiy sxemasi quyidagicha:



Reaksiya xlorid kislotaning suvli eritmasida o'tkazilganda reaksiya tezligi quyidagi tenglama bilan ifodalanishi mumkin:

$$-\frac{d[\text{U(IV)}]}{dt} = [\text{U(IV)}][\text{Tl(III)}] \left(K_1' [\text{H}^+]^{-1} + K_2' [\text{H}^+]^{-2} \right)$$

Bu tenglamada ishtirok etadigan ikkita tezlik konstantalari reaksiyaning ikki xil yo'nalishiga mos tushadi, bunda aktivlangan komplekslar tegishlicha $(\text{U.OH.Tl})^{6+}$ va $(\text{U.O.Tl})^{5+}$ strukturalarga ega bo'ladi:

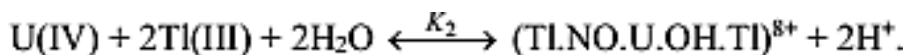


Shu reaksiyaning o'zi 25%-li (massa bo'yicha) metanol eritmasida o'tkazilganda reaksiya tezligi quyidagi kinetik tenglama bilan ifodalanishi

aniqlandi:

$$-\frac{d[U(IV)]}{dt} = K_1'[U(IV)][Tl(III)][H^+]^{-1} + K_2'[U(IV)][Tl(III)][H^+]^{-2}.$$

Ushbu kinetik tenglamaga muvofiq, reaksiya yo'nalishlarining biri uchun boshqa aktivlanish jarayoni taklif etildi va (9) tenglama o'rniga quyidagi tenglama vujudga keldi:



4-jadvalda metanol va suv aralashmasining hamda taqqoslash uchun suv fazasining kinetik qiymatlari keltirildi. Jadvaldan ko'rinadiki, erituvchi sifatida olingan suvdan 25% metanol va 75% suv aralashmasiga o'tilganda reaksiyaning tezligi, mexanizmi va termodinamik kattaliklari o'zgaradi.

4 - j a d v a l

Tl(III) ioni bilan U(IV) oksidlanishining kinetik qiymatlari (ion kuchi - 2,9)

Muhit	Konstanta turi	Harorat, °C			- ΔH*, kJ/mol	-ΔS*, e.e	- ΔG*, kJ/mol
		15	20	25			
Aralashma Suv	K _i	0,0037	0,0040	0,0041	13,0	-247,0	86,7
		0,57	1,02	2,11	103,1	67,0	82,5
Aralashma Suv	K ₂	0,75	0,85	0,98	18,6	-182,6	73,2
		0,67	1,17	2,13	90,9	29,3	82,5

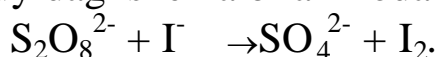
Nisbiy solvatlanish va tuz effektlari. Murakkab erituvchining noorganik sintez reaksiyasiga ta'sirining xususiy holi tuz effekti va u bilan bog'liq bo'lgan nisbiy solvatlanish hisoblanadi. Biroq, bu masala juda muhim va murakkab bo'lgani uchun uni batafsil ko'rib chiqish maqsadga muvofiqdir. Erituvchiga qandaydir tuz kiritilganda, ya'ni murakkab erituvchi hosil qilinganda eritmaning ion kuchi (*I*) albatta ortadi. Aktivlanish energiyasining ion kuchiga bog'liqligi

$$\Delta E = 2,303RT \cdot Z_A \cdot Z_V \sqrt{I}$$

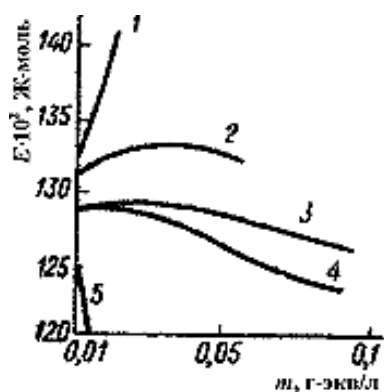
tenglama bilan ifodalanadi, bunda Z_A va Z_V - A va V zarrachalarning zaryadi.

Agar bu tenglamadan kelib chiqsak, unda bir ismli zaryadlangan zarrachalarning ion kuchi (*I*) ortishi bilan aktivlanish energiyasi ham ortishini *ko'rish* mumkin. Shularga muvofiq holda tajriba natijalari qanday *bo'ldi* degan savol tug'iladi. Bu savolga javob berish uchun yodid-ion *ta'sirida*

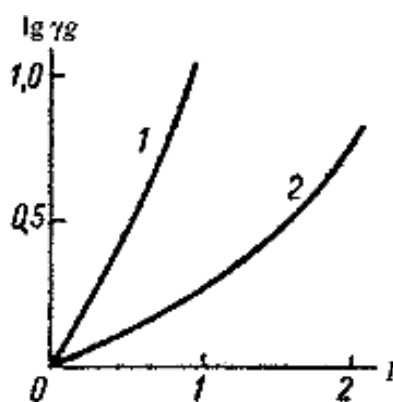
persulfat-ionning sulfat ionigacha qaytarilish reaksiyasini ko'rib chiqamiz. Reaksiyani quyidagi sxema bilan ifodalash mumkin:



Bu reaksiyaning aktivlanish energiyasiga bir nechta tuzlarning ta'sirini o'rganish natijalari 8-rasmda keltirilgan. Rasmdan ko'rinadiki, reaksiyon aralashmaga oz miqdorda tuz qo'shilganda, haqiqatdan ham ΔE ortadi (1-4 egri chiziqlar). Tuzning konsentratsiyasi oshirilganda aktivlanish energiyasining kamayishi kuzatiladi, natriy xlorid va ayniqsa, kaliy xlorid qo'shilganda esa aktivlanish energiyasi tuzsiz eritmadagiga nisbatan ham kamayib ketadi. Aktivlanish energiyasining bunday kamayishi, odatda, anionning elektron qutblanishiga tuz kationining ta'siri bilan yoki aktivlangan kompleks va kation bir-biriga yaqinlashganida uning holatining o'zgarishi bilan tushuntiriladi. Ikkala holda ham qutblanish va elektrostatik effektlar namoyon bo'lishi mumkin. Buning uchun reaksiyaga kirishuvchi ion yoki aktivlangan kompleksga qarama-qarshi zaryadlangan ion ularga nisbatan muayyan masofada joylanishi kerak.

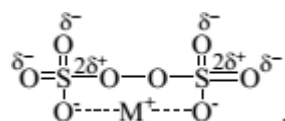


8-rasm. Tajribada olingan E kattaligi-ning tuz-suv binar erituvchidagi «inert» tuz konsentratsiyasiga bog'liqligi.
1 – LaCl_3 ; 2 – MgCl_2 ; 3 – NaCl ; 4 – KCl ;
5 – $\text{Co}(\text{NH}_3)_6\text{Cl}_3$



9-rasm. Vodorod peroksidning parchalanish reaksiyasi uchun $\lg \gamma_g$ ning ion kuchiga bog'liqligi.
1 – KCl ; 2 – NaCl .

Kaliy tuzlari nima sababdan aktivlanish energiyasini kamaytirishini quyidagicha tushuntirish mumkin. Persulfat-ion va yodid-ion orasidagi reaksiyada elektron zichlik yodid-iondan persulfat-ionga o'tadi. Metall ion bilan persulfat ionini hosil qilgan ionli juftlik, masalan erkin persulfat ioniga qaraganda elektronlar uchun yaxshi akseptor bo'lishi kerak. Kichik radiusli ionlar zaryadining tengligida persulfat-ioni markaziga yaqinlashib borishi va qutblanishni keltirib chiqarishi mumkin. K^+ kationi boshqa kationlarga nisbatan kuchsizroq gidratlanadi, va binobarin, kichik radiusga ega bo'lgan holda katta radiusli kationlarga nisbatan anionni kuchliroq qutblaydi.



Xuddi shunday holatni vodorod peroksidning parchalanish reaksiyasida $\text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + 1/2\text{O}_2$ ham ko'rish mumkin. Agar ordinata o'qiga H_2O_2 + tuz eritmasi sistemadagi H_2O_2 parchalanish tezligining H_2O_2 + Suv sistemasidagi H_2O_2 parchalanish tezligiga nisbati bilan ifodalanadigan tezlanish (y_g) qo'yilsa, absissa o'qiga esa tegishli tuz keltirib chiqaradigan ion kuchi (I) qiymatlari qo'yilsa, unda 9-rasmda tasvirlangan bog'liqlikka ega bo'lamiz.

Bunday bog'liqlik asosida kaliy ionining kichik radiusi yotadi. Parchalanish effekti ikki dielektriklar: erituvchi-erigan modda sistemasiga ionlarning ta'siridan iborat bo'ladi. Debayning tuzlantirish nazariyasiga binoan, dielektriklar sistemasiga ionlarning kiritilishi ionlar atrofida shu dielektriklarning qayta taqsimlanishini keltirib chiqaradi, bunda dipol momenti katta bo'lgan modda (masalan, suv) qutbliligi kichik bo'lgan modda (masalan, vodorod peroksid) molekulalarini siqib chiqargan holda ion atrofida to'planadi. Buning natijasida, tuzni qo'shgan sari eritilgan moddaning effektiv konsentratsiyasi ortib, reaksiya tezlashadi.

Bunday misollarni juda ko'p keltirish mumkin, lekin ularga to'xtalib o'tishga zarurat yo'q deb o'ylaymiz. Faqat shuni eslatib o'tish kerakki, analitik kimyoda kation va anionlarni xarakterli reaksiyalar yordamida aniqlashda reaksiyalarni tezlashtirish uchun ko'pincha kaliy tuzlaridan foydalaniladi.

Kaliy tuzlarining kimyoviy reaksiya tezligiga ta'sir etish mexanizmi juda muhim masalalardan biri hisoblanadi, shu sababli uni yana bir karra tushuntirishga harakat qilib ko'ramiz.

Ma'lumki, kaliyning ko'pchilik tuzlari suvning (yoki unga o'xshash erituvchilarning) xususiy tetraedrik strukturasi buzadi. Suv strukturasi buzilishi natijasida tig'iz zichlangan struktura vujudga kelib, suv molekulalarining bir qismi «erkin» holatga, ya'ni tetraedrik strukturadagi suv molekulasi energiyasiga nisbatan katta energiyaga ega bo'lgan holatga o'tadi. Unda buzilgan strukturali suv sistemasiga ion bog'lanishli reagentlarning kiritilishi kimyoviy muvozanatning qaror topishiga muqarrar olib keladi



bunda $\text{H}_2\text{O}_{\text{str}}$ - tetraedrik strukturali suv; $\text{H}_2\text{O}_{\text{zich}}$ - tig'iz zichlangan strukturali suv; $\text{H}_2\text{O}_{\text{ion}}$ - ion maydonidagi suv.

Eritmada turli holatdagi suv molekulari orasida mavjud bo'lgan muvozanat, dastlabki ion maydonigi suv molekularining «erkin» suv molekulari bilan almashinishiga olib keladi. Bunday molekularlar katta aktivlanish energiyasiga ega bo'lgani uchun reaksiyaga kirishuvchi ionlar bilan kuchsizroq bog'langan bo'ladi. Suv strukturasi buzadigan tuz konsentrasiyasi ortgan sari tig'iz zichlangan strukturali suvning konsentrasiyasi ham ortib boradi, natijada ion-suv molekulari bog'i zaiflashadi, chunki ion maydonidagi suv molekulari energiyasi kattaroq bo'lgan «erkin» suv molekulari bilan muvozanatda bo'ladi. Reaksiyaga kirishuvchi ion-erituvchi bog'larining zaiflashishi reaksiyaga kirishuvchi zarrachalarning bevosita ta'sirlanishini kuchaytiradi. Boshqacha aytganda, erituvchi strukturasi buzilishi erituvchi effektining (xususan, uning dielektrik o'tkazuvchanligini ham) kamayishiga va buning natijasida reaksiya tezligining ortishiga olib keladi. Bundan shunday xulosa chiqadiki, kichik dielektrik o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan erituvchilarda sintez o'tkazilganda tuz effekti va nisbiy solvatlanish biror bir ahamiyatga ega bo'lmaydi.

Sintezni suyuqlanmalarda o'tkazish

Eritmalardagi sintezdan farqli ravishda suyuqlanmalardagi sintezda erituvchilar talab etilmaydi, va binobarin, erituvchining effektlari inobatga olinmasa ham bo'ladi. Lekin suyuq holat bari bir qolaveradi va yuqori haroratni ham hisobga olsak, gaz fazaga nisbatan suyuqlanmadagi reaksiyalarni tushuntirish va izohlash qiyinroq hisoblanadi.

Sintezni to'g'ri bajarish va suyuqlanmadan kerakli birikmani ajratib olish uchun, oldin tegishli sistemalarning holat diagrammalari bilan tanishib chiqish zarur. Diagrammalarning bir qismi ko'pgina ma'lumotnoma adabiyotlarda berilgan. Agar ular mavjud bo'lmasa, unda holat diagrammasidagi nafaqat likvidus chiziqlari, balki solidus va subsolidus chiziqlari tahlil qilinganidan keyingina sintez bajarilsa, maqsadga muvofiq bo'lar edi. Bunday zaruratning tug'ilishiga ikki narsa sabab bo'ladi, birinchidan, turli birikmalar asosidagi qattiq eritmalarning mavjud bo'lishi (solidus va subsolidus chiziqlarning qanday joylashganini bilish kerak), ikkinchidan, tanlab olingan komponentlarning ta'sirlanmasdan qattiq eritmalarni hosil qilishidir (bu haqda likvidus chiziqlari dalolat beradi). Shunday qilib, holat diagrammalarining tahlili suyuqlanmada sintezni o'tkazish yoki o'tkazmaslik haqida ma'lumot beradi.

Sintez nuqtai nazaridan binar sistemalarning diagrammalari eng katta ahamiyatga egadir. Taxminiy qilib olganda, ularni ikki asosiy sinfga ajratish mumkin: doimiy tarkibli qattiq fazalarning hosil bo'lish

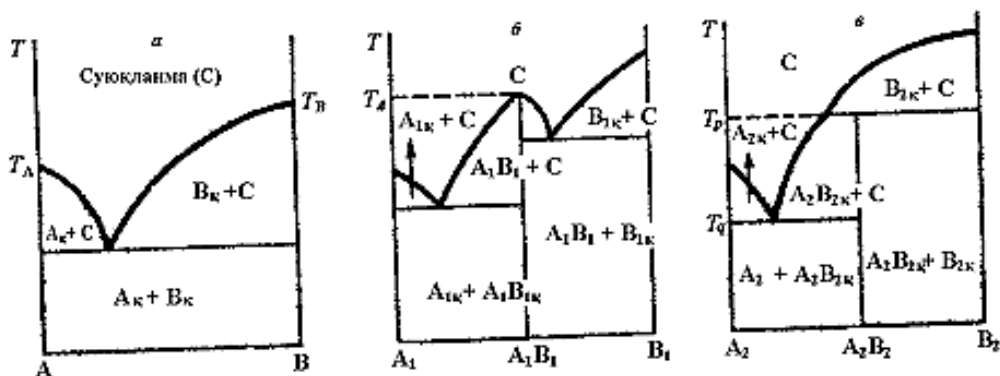
diagrammalari va ham dastlabki moddalar, ham reaksiya mahsulotlari asosidagi qattiq fazalarning hosil bo'lish diagrammalari.

Binar sistemalar uchun holat diagrammalarning asosiy turlari bilan tanishib chiqamiz.

1. Sistemada doimiy tarkibli qattiq fazalar hosil bo'ladi. Bunday sistemalar uchun uchta asosiy oddiy ko'rinishdagi holat diagrammalarini tanlash mumkin. Likvidus chizig'i joylanishining tarkib va haroratga bog'likligini tahlil qilgan holda, binar suyuqlanmadagi komponentlarning o'zaro ta'sir xarakteri va birikmalarning hosil bo'lish imkoniyatlari haqida xulosa chiqarish mumkin. 10, *a*- rasmdan ko'rinadiki, sistema evtonik hisoblanadi va birikmalar qattiq fazada hosil bo'lmaydi. Binobarin, A-B sistema suyuqlanmasidan birikmani ajratib olishga qaratilgan har qanday harakatlar samarasiz yakunlanadi. Lekin bunday sistemada bu birikma umuman olinmaydi degani emas, balki faqat haroratning berilgan oralig'ida hosil bo'lmaydi.

A_1-B_1 sistemada (10,*b*-rasm) kongruent ravishda suyuqlanadigan A_1B_1 tarkibli birikma hosil bo'ladi. Agar stexiometrik tarkibli (1:1 mol nisbatda) A_1+B_1 aralashma tayyorlansa, bu birikmani suyuqlanmadan toza holda ajratib olish, uni suyuqlantirish va qaytib kristallash mumkin. Suyuqlantirish uchun T_d dan yuqori harorat talab etiladi. Agar sistemada bir nechta kongruent suyuqlanadigan birikmalar hosil bo'lsa, unda tegishli tarkibdagi aralashmalarni tayyorlash, muayyan haroratda suyuqlantirish va qayta kristallash orqali ularning har birini olish mumkin.

A_2-B_2 sistemadagi suyuqlanma nokongruent suyuqlanadigan birikmalar bilan birga mavjud bo'ladi. Solidus va likvidus chiziqlarning joylashishiga muvofiq, bevosita kristallash yo'li bilan A_2B_2 birikmani olib bo'lmaydi. Stexiometrik tarkibli (masalan, 1:1 mol nisbatli) suyuqlantirilgan aralashmani kristallash natijasida toza B_2 komponent hosil bo'ladi (haroratning kamayishi rasmda strelka bilan belgilangan).



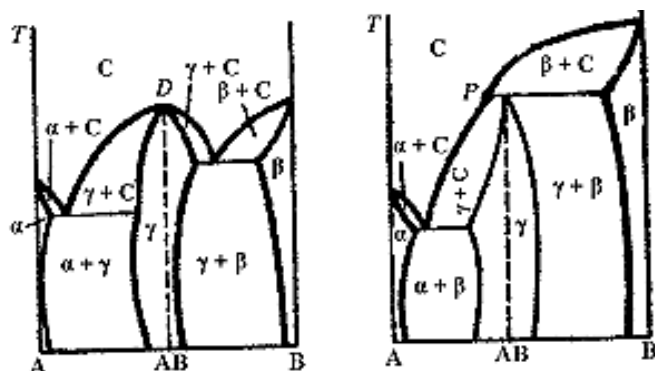
10-rasm. Qattiq faza komponentlari to'liq aralashgan binar sistemalarning suyuqlanish diagrammalari.

α – komponentlari orasida birikmalar hosil bo'lmaydigan sistema; b – kongruent suyuqlanuvchi birikma hosil bo'ladigan sistema; v – kongruent suyuqlanuvchan birikma hosil bo'ladigan sistema.

A_2B_2 birikmani kristallash uchun kerakli stexiometrik aralashmani tayyorlash va reaksiyani $T_r = T_q$ haroratlar oralig'ida o'tkazish kerak.

Hozirgacha asosiy e'tibor likvidus chiziqlari o'rningining tarkib va haroratga bog'liqligiga qaratilar edi. Lekin komponentlar orasida qattiq eritmalar, va ayniqsa, ikkilamchi birikmalar asosidagi qattiq eritmalar hosil bo'ladigan holat diagrammalari nafaqat solidus chiziqlarining, balki subsolidus chiziqlarining ham joylanishi haqidagi bilimlarga ega bo'lishni talab etadi.

2. Sistemada qattiq eritmalar hosil bo'ladi. Ushbu sinfga mansub bo'lgan odatdagi holat diagrammalari 11-rasmda tasvirlangan. Shu ko'rinishdagi diagrammalar shundan dalolat beradiki, suyuqlanmadan AB yoki A_1B_1 birikmalarni toza holda amalda kristallab olib bo'lmaydi, chunki qattiq fazalarning barcha kristallanish sohalari dastlabki moddalar asosidagi yoki hosil bo'lgan mahsulotlar asosidagi qattiq eritmalarining kristallanishiga mos keladi. Noorganik sintez reaksiylarining o'tkazilishi uchun dastlabki moddalar asosidagi qattiq eritmali sohalarning paydo bo'lishi (α va β sohalar) amaliy ahamiyatga ega bo'lmaydi, shu bilan birga yangi birikma asosidagi qattiq eritmali sohalarning paydo bo'lishi (γ soha) sintez uchun bartaraf etilmaydigan to'siqlarni yaratib beradi.



11-rasm. Dastlabki komponentlar yoki reaksiya mahsuloti asosidagi qattiq eritmalar hosil bo'ladigan binar sistemalarning holat diagrammalari.

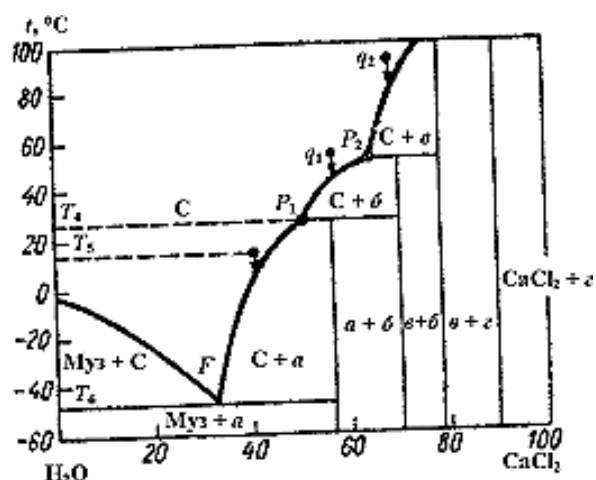
Suv-tuz binar sistemalarning holat diagrammalari muayyan turdagi kristallogidratlar sintezi uchun katta qiziqish uyg'otadi. Misol uchun, boshqa kristallogidrat qo'shimchalarisiz kalsiy xloridning qaysidir kristallogidratini kristallash rejimini tanlash talab etilsin. Bunda holat diagrammasini bilgan holda, kristallogidratning olinishiga imkon beruvchi kristallanish haroratini va tarkibni tanlash mumkin.

Agar toza kalsiy xlorid geksagidrat olinishi zurur bo'lsa (12-rasm), unda tarkibning F nuqtadan R_1 gacha bo'lgan sohasini va haroratning T_6 dan T_4 gacha bo'lgan sohasini tanlash kerak. Masalan, q nuqtaga tegishli tarkib va T_5 ga teng bo'lgan harorat tanlab olinsa va kristallogidratning qattiq fazaga tushadigan haroratigacha (lekin -50°C dan past emas) sovutilsa, boshqa gidratlar qo'shilmagan toza kalsiy xlorid geksagidratni hosil qilamiz. Shunga o'xshash, tetragidrat uchun q_1 va digidrat uchun q_2 nuqtalarga tegishli tarkib va haroratni tanlagan holda boshqa kristallogidratlarning olinishini ham amalga oshirish mumkin. Shunday qilib, binar sistemalarning holat diagrammalaridan foydalangan holda, kerakli birikmani suyuqlanmadan olish imkoniyatlarini oldindan aniqlab bo'ladi. Agar A va B moddalar sifatida tuzlar olinsa, unda bu yo'l bilan kompleks birikmalarni (ko'pincha «qo'sh tuzlar» deb xato nomlanadigan birikmalarni) ham hosil qilib bo'ladi.

Bundan murakkabroq, masalan, uchlamchi birikmalar sintezi uchun uchlamchi sistemalarning diagrammalaridan foydalanilsa, qulay bo'ladi. Lekin, afsuski, o'rganib chiqilgan diagrammalarning soni shu qadar kamki, ularning tahlili esa shunchalik mashaqatliki, sintezni boshlashdan oldin ularning tavsiya etilishi maqsadga muvofiq bo'lmaydi. Biroq bunday ahvoldan ham chiqish mumkin, buning uchun binar sistema komponentlari sifatida sintezlangan murakkab birikmalarni tanlash kerak.

Yuqori haroratdagi uchlamchi sistemalarning holat diagrammalaridan farqli o'laroq, komponentlardan biri erituvchi bo'lgan uchlamchi sistemalar to'g'risidagi ma'lumotlarni ko'pgina adabiyotlardan topish

mumkin. Bunday sistemalarning holat diagrammalari muayyan haroratdagi eruvchanlik diagrammalari yoki eruvchanlik izotermalari deb nomlanadi. Ularning tahlil qilinishini osonlashtirish maqsadida faqat ikkita tuz va suv yoki tuz, kislota va suv saqlagan sistemalarga to'xtalib o'tamiz. Ravshanki, suv o'rniga boshqa erituvchi olinsa ham, tuz esa boshqa moddalar bilan almashtirilsa ham umumiy qonuniyatlar o'zgarmay qoladi, faqatgina erigan modda va erituvchi tabiatiga bog'liq bo'lgan miqdoriy xarakteristikalar o'zgaradi. Binar sistemalarning holat diagrammalari ko'rib chiqilgani kabi uchlamchi sistemalarni ham ikkita asosiy sinfga bo'lamiz: kompleks birikmalar hosil bo'lmaydigan sistemalar va kompleks birikmalar hosil bo'ladigan sistemalar.



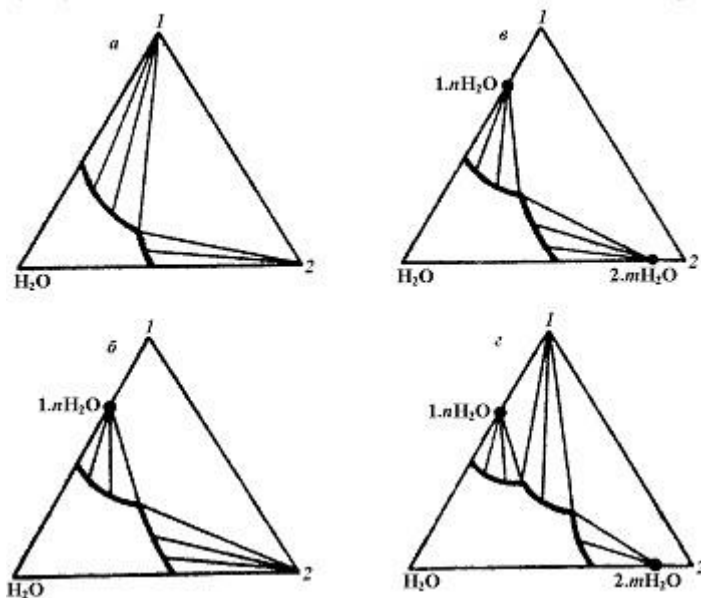
12- rasm. $\text{CaCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasining suyuqlanish diagrammasi.

a - kalsiy xlorid geksagidrat; b - kalsiy xlorid tetragidrat; v - kalsiy xlorid digidrat; g - kalsiy xlorid monogidratning kristallanish sohalari.

Noorganik sintez uchun ahamiyatsiz bo'lgan sistemalar, ya'ni birinchi sinfga mansub bo'lgan sistemalarning eruvchanlik izotermalari 13-rasmda tasvirlangan.

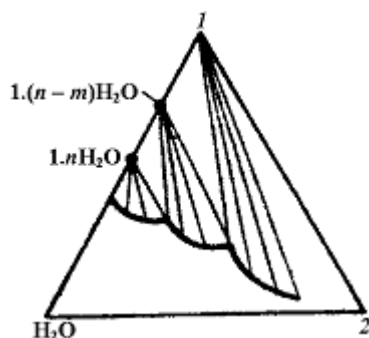
Agar uchlamchi sistemaning komponentlaridan biri sifatida suv bilan har qanday nisbatda aralashadigan modda (2 komponent) ishtirok etsa, eruvchanlik izotermasining umumiy ko'rinishi 14-rasmda ko'rsatilgandek bo'ladi. Bunday sistemalarda, odatda, 1 komponentning (bizning misolimizda tuz kristallogidratining) suvsizlanishi kuzatiladi. Bundan ko'rinadiki, agar modda suvli eritmdan suvsiz holatda kristallansa, suvsizlanish ham sodir bo'lmaydi. Tuz-suv binar sistemalarning holat diagrammalari kabi 14-rasmda ko'rsatilgan izotermadan ham foydalanilgan holda, toza tuz kristallogidratini olish mumkin.

13- va 14-rasmlarda berilgan barcha izotermalar uchun tuz (yoki kislota) komponenti konsentratsiyasining ortishi bilan eruvchanlikning kamayishi umumiy hisoblanadi.



13- rasm. Eritilgan komponentlar orasida birikmalar hosil bo'lmaydigan sistemalarning eruvchanlik izotermalari.

a - ikkita suvsiz komponentlar hosil qilgan sistema; *b* - suvsiz komponent va kristallogidrat hosil qilgan sistema; *v* - ikkita kristallogidrat hosil qilgan sistema; *g* - ikkita kristallogidrat hosil qilgan sistema, bunda kristallogidratlardan biri (komponent 2) ikkinchi kristallogidratni (komponent 1) suvsizlantiradi.

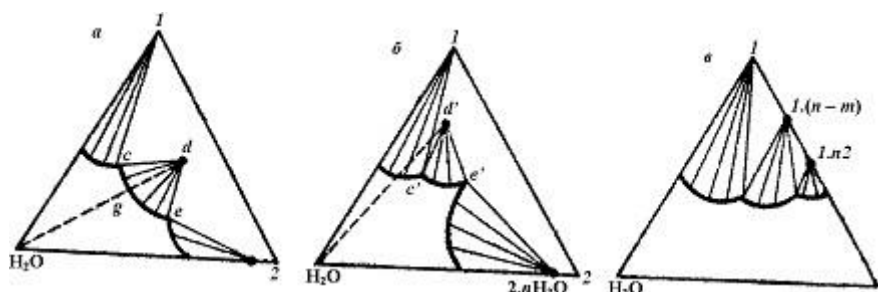


14- rasm. MX_n , (1) - H_nX , (2) - H_2O sistemasining eruvchanlik izotermasi (M - o'zgaruvchan valentli kation, X - bir valentli anion).

Ikkinchi sinfga mansub bo'lgan sistemalar uchun 15-rasmda ko'rsatilgan eruvchanlik izotermalari xarakterlidir. Bu rasmda komponentlari suv bilan cheksiz aralashadigan va komponentlardan birining eruvchanligi ma'lum darajada cheklangan sistemalarda hosil bo'ladigan uchlamchi birikmalarning (*a*, *b*) va tuzsiz binar birikmalarning (*v*) eruvchanlik izotermalari keltirilgan.

Suyuqlanmalardagi binar sistemalariga o'xshab, bu holda ham kongruent eruvchan (15-rasm, *a*) va nokongruent eruvchan (15-rasm, *b*, *v*) birikmalar bir- biridan farqlanadi. Birikmaning gomogen sohada mavjud bo'la olish qobiliyatiga, ya'ni geterogen eritma suyultirilgan birikmaning gomogen sohasiga parchalanmasdan o'tish qobiliyatiga ko'ra,

ularni bir-biridan farqlash mumkin. Suyultirish jarayoni H_2O burchakdan chiqqan va uchlamchi (yoki binar) birikmaning figurativ nuqtasiga yo'naltirilgan kesma (H_2O va d hamda H_2O va d nuqtalarini birlashtiruvchi punktir chiziq) bo'yicha tarkibning o'zgarishi suv konsentrasiyasining ortishi bilan xarakterlanadi. 15, *a*-rasmdan ko'rinadiki, uchlamchi birikmaga suv qo'shilgan sari punktir chiziq boshqa qattiq birikmaning mavjud bo'ladigan sohasiga o'tmaydi. Bu shundan dalolat beradiki, tarkibning xuddi shunday o'zgarishidagi teskari jarayon, ya'ni eritmadan suv bug'latilganda (H_2O va d nuqtalarni birlashtiruvchi kesim bo'yicha erigan komponentlarning doimiy nisbatlarida sistemadagi suvning konsentrasiyasi g nuqtadan kam bo'lganda) kongruent eruvchan birikmaning kristallanishi boshlanadi. Demak, bunday birikma sintezining eng oddiy usuli H_2O - d to'g'ri chiziqda yotadigan tarkibli aralashmani tayyorlash hisoblanadi. Ravshanki, bu usul bilan uchlamchi birikmani sintezlash va komponentlar nisbatlari cde sohada yotuvchi aralashmalarni tayyorlash mumkin. Yuqoriroq haroratda olingan suyuqlanmani kristallash uchun haroratni eruvchanlik izotermasi o'rganilgan haroratgacha



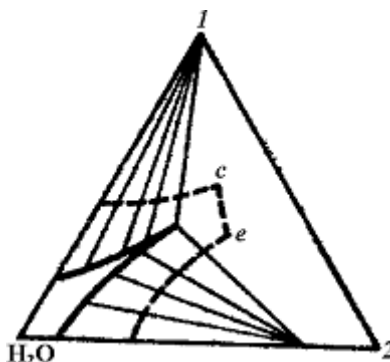
15-rasm. Eritilgan moddalar orasida birikmalar hosil bo'ladigan sistemalarning eruvchanlik izotermalari.

Nokongruent eruvchan birikmalar uchun boshqacha holat kuzatiladi. Bunday birikmalar xuddi nokongruent suyuqlanadigan birikmalarga o'xshab olinadi, ya'ni $c'd'e'$ sohaga tegishli tarkibdagi eritma tayyorlanadi va qayta kristallanadi. Harorat ko'tarilishi bilan tuz sistemalardagi kompleks birikmaning eritma bilan birga mavjud bo'ladigan sohasi, odatda, ma'lum chegaragacha ortadi. Shu sababli qayta kristallanishni tezlatish uchun haroratni oshirish mumkin, lekin jarayonni yuqorida tavsiflab o'tilgan sharoitlarda o'tkazish zarur.

15,v -rasmda MX-NX- N_2O sistemaning eruvchanlik izotermasi tasvirlangan. Ikkala kompleks birikma ham nokongruent eruvchan hisoblanadi, va binobarin, ularni sintez qilib bo'ladi. Biroq shuni ta'kidlash kerakki, harorat ko'tarilganda bunday sistemalardagi birikmaning to'yingan eritma bilan birga mavjud bo'ladigan sohasi kamayadi. Shuning uchun harorat

oraliqlarini ehtiyotlik bilan tanlash kerak.

Biz ko'rib chiqqan eruvchanlik izotermalarning ikki sinfidan tashqari oraliq holat ham uchraydi.



16-rasm. Eritilgan komponentlar orasida kompleks birikma hosil bo'ladigan, lekin qattiq fazaga tushmaydigan sistemalarning eruvchanlik izotermalari.

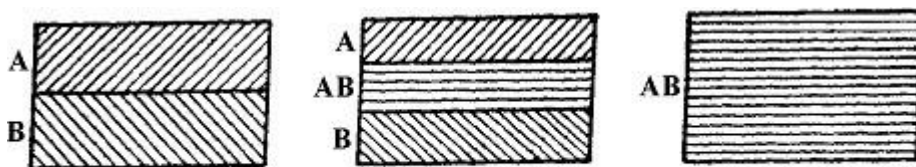
Ko'pincha komponentlardan birining konsentrasiyasi ortishi bilan ikkinchisining ham konsentrasiyasi ko'payadigan, lekin berilgan haroratda birikma qattiq fazaga tushmaydigan sistemalar uchraydi. Eruvchanlik izotermasining bunday ko'rinishi 16-rasmda ko'rsatilgan. Bu sistemadagi komponentlar orasida gomogenlik sohada reaksiya amalda boradi, lekin birikmaning qattiq fazaga o'tishi kuzatilmaydi. Bundan shunday taxmin qilish mumkinki, harorat ko'tarilganda bu sistemada ham qattiq kompleks birikma - to'yingan eritma muvozanatiga tegishli bo'lgan eruvchanlik izotermasi paydo bo'ladi. 16-rasmda bunday taxminiy eruvchanlik izoterma punktir chiziq bilan ifodalangan. Eruvchanlikning *ce* tarmog'i kompleks birikma bilan to'yingan eritmaning birgalikda mavjud bo'lishini ko'rsatadi.

Noorganik birikmalarning qattiq fazadagi sintezi

Ikki va undan ortiq qattiq fazalarning o'zaro ta'sirlanishi orqali o'tkaziladigan noorganik birikmalar sintezi, gaz va suyuq fazalarda boradigan reaksiyalardan farqli o'laroq, o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'ladi.

Bir tomondan reaksiyaga kirishuvchi moddalarning hajm birligidagi konsentrasiyasi juda ham yuqori bo'ladi, bunday konsentrasiya reakstyaning tez borishiga yordam ko'rsatadi. Ikkinchi tomondan, moddaning qattiq fazada nisbatan sekin diffuziyalanishi hisobiga ta'sirlanuvchi moddalarning keyingi ulushlarini reaksiya zonasiga kiritilishi qiyinlashadi. Shuning uchun shu turdagi sistemalarda jarayon tezligi nafaqat kimyoviy reaksiya tezligiga (qattiq fazadagi reaksiyalar topokimyoviy reaksiyalar deyiladi), balki komponentlarning reaksiya zonasiga o'tish tezligiga, ya'ni diffuziyalanish tezligiga ham bog'liq

bo'ladi. Ma'lumki, jarayonning umumiy tezligi eng sekin boradigan bosqichning tezligi bilan belgilanadi, bu holatda u diffuziya hisoblanadi. Gaz va suyuq fazalardagi reaksiya tezliklari ko'rib chiqilganda diffuziya hamma vaqt ham hisobga olinmas edi, lekin topokimyoviy reaksiyalarda bunday qilib bo'lmaydi. Diffuzion jarayonlar birinchi tartibli reaksiya tenglamalari bo'yicha borib, ular soxta molekulyar hisoblanadi. Topokimyoviy reaksiyalarda vujudga keladigan va reaksiya davomida kattalashadigan ta'sirlanish mahsulotlarining qavati orqali diffuziya sodir bo'ladi. Tabletkalarga kristallangan va qizdirishda boradigan A va B moddalar orasidagi reaksiyani ko'rib chiqamiz. Bu moddalar orasidagi ta'sirlanish jarayoni uch bosqichda boradi (17-rasm).



17-rasm. Topokimyoviy reaksiyaning borish sxemasi.
Izoxi matnda berilgan.

Jarayonning boshlanishi - reaksiya reagentlar donachalarining sirtida boradi (17-rasm, a); jarayonning davom etishi - moddalarning ko'chish yo'li bilan reaksiya amalga oshadi, ya'ni A va B moddalar zarrachalari ketmaket tashqi (donachalar orasidagi) va ichki (donachalardagi) diffuziyalanish sohaaridan o'tgan holda reaksiya zonasida ularni ajratib turuvchi muhit orqali bir-biriga qarab harakatlanadi (17-rasm, b); jarayonning tugashi - AB moddaning hosil bo'lishi (17-rasm, v).

Diffuzion oqimning ikki xil holati mavjud: stasionar va nostasionar. Diffuziyalanadigan moddaning konsentrasiyasi diffuzion qavatning xohlagan bir nuqtasida vaqt birligida o'zgarmaydigan holat stasionar deyiladi, ya'ni vaqt birligida har bir elementar hajmga qancha modda tushsa, shunchasi undan chiqib ketadi. Bunday holat uchun Fikning birinchi qonuni o'rinalidir:

$$dm = -D \frac{dc}{dx} ds dt,$$

bunda m - modda miqdori, mol; s - maydon, m^2 ; t - vaqt, s; x - diffuziyalanishda zarrachalar bosib o'tadigan masofa, m; $\frac{dc}{dx}$ - diffuziyalanadigan modda konsentrasiyasining gradienti, $\text{mol} \cdot \text{m}^{-1}$; D - diffuziyalanish koeffitsiyenti, $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

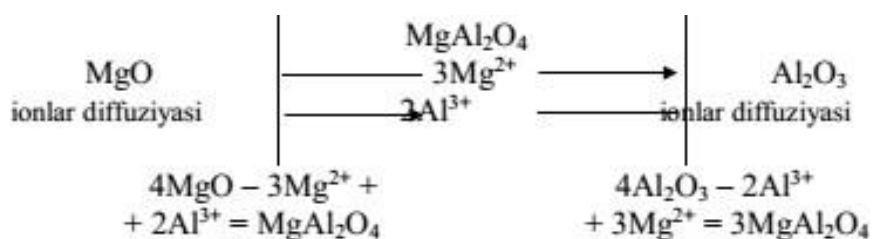
Nostasionar holat uchun Fikning ikkinchi qonuni qo'llaniladi:

$$\frac{dc}{dx} = \frac{d}{dx} \left(D \frac{dc}{dx} \right)$$

Fikning ikkinchi qonuni quyidagicha ifodalanadi: dV hajm orqali dt vaqtda diffuziyalanadigan modda konsentrasiyasining o'zgarish tezligi dV hajmga kiruvchi va undan chiquvchi oqimlar konsentrasiyalarining o'zgarish tezliklari orasidagi farqqa teng bo'ladi.

Misol sifatida magniy va alyuminiy oksiddan $MgAl_2O_4$ shpinelining hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz. Tabletkalarga preslangan dastlabki moddalar oksidlarining bir-biriga tegib turgan sirtida 1800 K dan yuqori haroratda boradigan reaksiya mexanizmi Vagner tomonidan taklif etildi va u quyidagi ko'rinishga ega:

MgO ionlar diffuziyasi



Reaksiyaning umumiy ko'rinishi: $MgO + Al_2O_3 = MgAl_2O_4$.

Ma'lumki, shpinelning kristall strukturasi kislorod ionlari kub kristall panjara hosil qiladi, metall ionlari esa tetraedrik va oktaedrik panjaralarda taqsimlanadi. Magniy va alyuminiy ionlarining qarama-qarshi yo'nalishlarda diffuziyalanishi natijasida shpinel hosil bo'ladi, bunda O^{2-} ionlari amalda qo'zg'almasdan qolaveradi. Shpinelning hosil bo'lish reaksiyalarining tezligi metall ionlarining shpinelli fazada diffuziyalanish tezligi bilan aniqlanadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, alyuminiy ionlarining magniy ionlariga nisbatan diffuziyalanish tezligi kattaroq bo'ladi, buning natijasida shpinel orqali alyuminiy ionlari ko'proq o'tadi. Elektroneytrallikning saqlanishi uchun alyuminiy ionlari bilan birga ekvivalent miqdorda $MgAl_2O_4|Al_2O_3$ chegarasida kislorodning gaz fazaga o'tishi hisobiga bo'shagan elektronlar ham ko'chadi. Gaz fazaga o'tgan kislorod $MgAl_2O_4|MgO$ chegarasiga qaytib, yana panjara tugunlariga kiradi va shpinel orqali o'tgan elektronlar bilan birikadi. Kislorodning gaz faza orqali ko'chishini quyidagi sxema bilan tasvirlash mumkin:

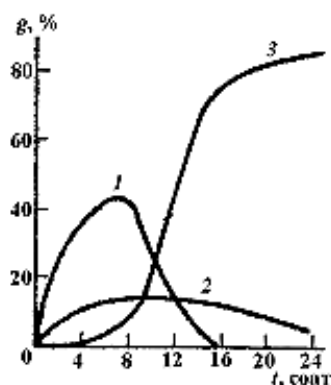
Fazalar chegarasi	Elektronlarning ko'chishi	
$MgAl_2O_4 Al_2O_3$	$O^{2-} - 2e^- = 1/2O_2$	Kislorod panjaradan chiqadi
$MgAl_2O_4 MgO$	$1/2O_2 + 2e^- = O^{2-}$	Kislorod panjaraga kiradi

Umuman olganda, qattiq fazalardagi reaksiyalarning ($A + B = AB$) mexanizmini bir nechta bosqichlarga ajratish mumkin:

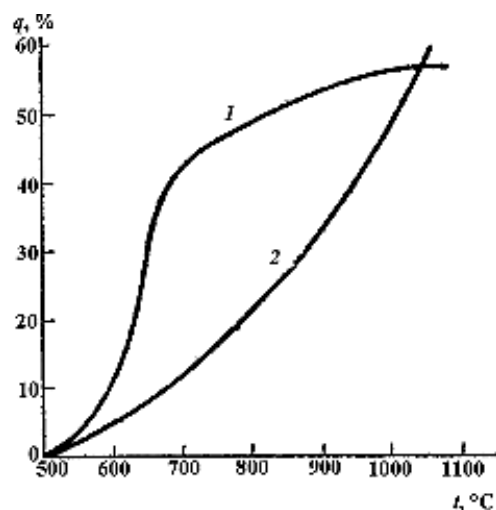
1. Dastlabki moddalar aralashmada A va B zarrachalar ko'rinishida bo'ladi.
2. Oraliq birikma A'B' ni saqlagan beqaror reaksiyon qavat hosil bo'ladi. Bu beqaror birikmaning mavjud bo'lish muddati haroratga bog'liq.
3. Aralashma harorati ko'tarilganda AB moddaning monomolekulyar qavati hosil bo'ladi. Vaqt o'tishi bilan AB qavat kristall «murtaklar»ning hosil bo'lishi hisobiga AB birikma uchun xarakterli strukturaga ega bo'ladi.

Bunday mexanizimli reaksiyalarga misol qilib, kalsiy va kremniy oksidlardan $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ning hosil bo'lishini ko'rsatish mumkin. Oksidlar ekvi- molekulyar miqdorlarda olinib, reaksiya $1000\text{-}1200^\circ\text{C}$ da o'tkazildi. Reaksiyaning boshlang'ich bosqichida eng yuqori kristallanish haroratiga ega bo'lgan birikma hosil bo'ladi. Bizning misolimizda bunday birimlar $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ va $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$ tarkibli silikatlar hisoblanadi. Harorat yana ko'tarilganda ular kremniy oksid bilan reaksiyaga kirishib, kalsiy metasilikatni $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ hosil qiladi.

Agar hosil bo'lgan birikma miqdorining reaksiya vaqtiga bog'liqlik grafigi tuzilsa, unda oraliq va oxirgi mahsulotlarning ketma-ket hosi bo'lishini ko'rib chiqish qiyin emas (18-rasm).

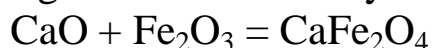


18-rasm. Turli reaksiya mahsulotlari-ning reaksiyani o'tkazish vaqtiga bog'liqligi.
1 – $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$; 2 – $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$; 3 – $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$

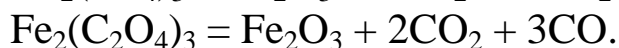
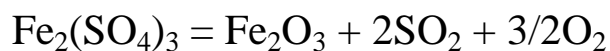


19-rasm. Temir (III)-oksid aktivligining uni tayyorlash usuliga bog'liqligi
1 – $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ dan olingan Fe_2O_3 ;
2 – $\text{Fe}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ dan olingan Fe_2O_3 .

Topokimyoviy reaksiyalarning tezligiga dastlabki moddalarning qanday sharoitda olingani ham sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Misol sifatida kalsiy va temir oksidlarning ta'sirlanish reaksiyasini ko'rib chiqaylik:



Temir sulfat va oksalatni termik parchalash yo'li bilan dastlabki temir (III)-oksid olindi:



CaO va Fe_2O_3 aralashmasi 30 min 500-1000 °C haroratlarda qizdirildi, so'ngra kimyoviy analiz yo'li bilan reaksiyaga kirishgan kalsiy oksid miqdori aniqlanib, bu qiymat temir (III)-oksid aktivligining miqdoriy xarakterisikasi bo'lib xizmat qildi. Olingan ma'lumotlarning grafik ko'rinishi 19-rasmda tasvirlandi, ordinata o'qiga reaksiyaga kirishgan kalsiy oksidning foiz miqdori (g), absissa o'qiga esa harorat (°C) qo'yiladi. Rasmdan ko'rinadiki, temir sulfatdan olingan temir oksidi temir oksalatdan olingan oksidga nisbatan ancha faol bo'ladi.

Ikkala oksidlarning aktivlari 700-800 °C da maksimal farq qiladi. Harorat ortishi bilan sulfatdan olingan Fe_2O_3 ning kristall panjarasi tartibga kiradi va oksidning aktivligi kamayadi. Harorat 1000 °C ga yetganda ikkala oksid ham bir xil aktivlikka ega bo'ladi, 1000°C dan yuqorida esa oksidlar aktivliklarning inversiyasi kuzatiladi.

Demak, qattiq fazada sintezni o'tkazishda bu xususyatlarni hisobga olish zarur, va ayniqsa, kimyoviy reaksiya tezligini baholashda muhim ahamiyatga ega bo'lgan diffuziyalanish jarayoniga alohida e'tbor qaratish kerak.

Birikmalarning fazali jarayonlardagi sintezi

Ushbu mavzugacha bir xil - gaz, suyuq, qattiq agregat holatda mavjud bo'lgan noorganik birikmalar sintezining sharoitlari ko'rib chiqilgan edi. Lekin ko'p sonli kimyoviy reaksiyalar borki, sintez uchun olingan dastlabki moddalar turli agregat holatda bo'ladi. Bunday sistemalar uchun oldinroq aytib o'tilgan barcha termodinamik nisbatlar o'z kuchini yo'qotmaydi, lekin kinetik xarakterisikalar, sintezni o'tkazish sharoitlariga bog'liq holda, sezilarli darajada o'zgaradi.

Bunday ko'rinishdagi reaksiyalarning kinetikasi haqidagi masalalar, gaz fazadagi komponentlar reaksiyasiga qattiq moddalarning katalitik ta'siri muhokama etilganda, qisman ko'rib chiqilgan edi. Bizningcha, qattiq va gazsimon fazalar ta'sirining taklif etilgan mexanizmi faqatgina gazsimon mahsulotlar hosil bo'ladigan reaksiyalar uchun qo'llanilishi mumkin. Lekin ko'p hollarda reaksiya natijasida mahsulotlar qattiq yoki suyuq holatlarda hosil bo'ladi, ular esa reaksiyalarning kinetikasiga o'z ta'sirini ko'rsatadi.

Fazali jarayonlardagi sintezlarning xarakterini belgilovchi faktorlarni batafsil ko'rib chiqish uchun geterogen muvozanati farq qiluvchi sistemalarning hech bo'lmaganda uchta ko'rinishi bilan tanishib chiqish kerak,

bular: qattiq modda-gaz, suyuqlik-gaz va suyuqlik-qattiq modda. Bulardan tashqari, boshqa oraliq holatlar ham uchraydi, masalan, reaksiya qattiq modda-gaz ta'sirlanish bilan boshlanib, suyuqlik-gaz ta'sirlanish bilan tugashi mumkin, garchand reaksiya boshlanishining kinetikasi reaksiyaning asosiy bosqich kinetikasidan sezilarli darajada farq qilsa ham, bunday reaksiyalarni suyuqlik-gaz sistemalariga kiritsak maqsadga muvofiq bo'ladi.

Qattiq modda-gaz sistemasi. Bunday sistemalardagi reaksiyalarning kinetikasi, asosan, gazning reaksiya zonasiga diffuziyalanish tezligi bilan aniqlanadi. Sintezni o'tkazishda diffuziya tezligini oshirishga imkon beruvchi barcha sharoitlarni (qattiq moddaning dispersligini oshirish, haroratni ko'tarish, reaksiyaga kirishgan moddalarni qattiq modda sirtidan chiqarish, tegishli g'ovaklikni yaratish va boshqalarni) amalga oshirib bo'ladi.

Oxirgi yillarda sintezlar uchun –qaynovchi qatlam|| deb nomlanuvchi usul keng qo'llanilib kelinmoqda. Bu usulning mohiyati soxta suyulishdan, ya'ni suyultiruvchi modda oqimining ta'siri ostida donador sochiluvchan qattiq modda qatlamining –soxta suyuqlik||ka aylanishidan iboratdir. Suyultiruvchi modda oqimining muayyan tezligiga qattiq material zarrachalari bir-biriga nisbatan harakatlanishni boshlaydi va qaysi bir jihati bilan qaynayotgan suyuqlik xossalari ega bo'ladi. Oqim tezligi yanada oshirilganda qatlam kengayadi va zarrachalar harakatining intensivligi oshib boradi, lekin gidrodinamik bosim kuchi og'irlik kuchidan ortgan zaxotiy oq, zarrachalar qatlamdan chiqib ketadi.

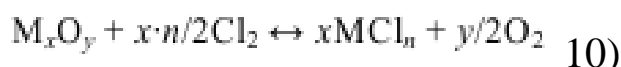
–Qaynovchi qatlam||ni nafaqat og'irlik kuchi maydonida, balki magnit va markazdan qochma kuchlar maydonida ham vujudga keltirish mumkin.

Qattiq moddani –inert|| erituvchida suspenziyalash, so'ngra kerakli moddani olish uchun tegishli gaz bilan suspenziyaga ishlov berish usulidan ham foydalanish mumkin.

Agar eritilgan holatdagi oxirgi mahsulot erituvchi molekulari bilan ta'sirlashadigan bo'lsa, bu usul ancha foydali bo'ladi. Misol sifatida tuzlar suyuqlanmasi muhitida metall oksidlarining xlordanishini ko'rsatish mumkin. Mayda ezilgan oksidlar tuz suyuqlanmasi muhitiga kiritiladi va gaz oqimi yordamida dag'al dispers sistemaga o'tkaziladi. Ko'pchilik mualliflarning ta'kidlashicha, –quruq|| shixtaga nisbatan tuzlar suyuqlanmasida jarayon katta tezlikda to'liqroq o'tadi. Suyuqlanmada oksidlar xlordanishining yuqori tezligi shuni ko'rsatadiki, suyuqlanmani oddiy indifferent muhit deb hisoblamaslik kerak. Molekulyar eritma yoki kompleks ionlar ko'rinishidagi dastlabki moddalar va oraliq mahsulotlarning ko'chishida suyuqlanmaning ishtiroki jarayonning

borishi uchun qulay sharoitlar yaratib beradi. Shuningdek, oksidlarni xlorldash jarayonida xloridlarning katalitik ta'siri haqida ham eslatib o'tish kerak. Bunday hodisa ishqoriy va ishqoriy-yer metallarning xloridlari qo'shilganda kuzatiladi.

Qattiq modda - gaz sistemasida boradigan jarayonlarning termodinamikasini ham oksidlarni xlorldash reaksiyasi misolida ko'rib chiqish mumkin. Metall oksidlarining xlorlanishi asosan quyidaga reaksiya bo'yicha boradi:



bunda n - metall valentligi. Xlor va kislorodning izobar-izotermik potentsiallari (ΔG) nolga teng bo'lgani uchun (10) reaksiyaning termodinamik jihatdan borish ehtimolligi

$$\Delta G = x\Delta G_{MCl_n} - \Delta G_{M_xO_y} \quad (11)$$

tenglama bilan aniqlanadi. Metall xossalariga bog'liq holda bunday farq ham musbat, ham manfiy qiymatga ega bo'lishi mumkin. Agar $\Delta G < 0$ bo'lsa, unda oksidga nisbatan xloridning mavjud bo'lishi energetik jihatdan qulay hisoblanadi va birinchi navbatda oksidning xlorlanish qobiliyatini oshiradi.

(10) reaksiyaning muvozanat konstantasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$K = \frac{P_{MCl_n}^x \cdot P_{O_2}^{y/2}}{P_{Cl_2}^{x \cdot n/2}} \quad (12)$$

Agar reaksiya mahsuloti MCl_2 kondensirlangan holatda bo'lsa, unda (12)

$$K' = \frac{P_{O_2}^{y/2}}{P_{Cl_2}^{x \cdot n/2}} \quad (13)$$

tenglama soddalashadi:

Xlorning valentligi kislorodning valentligidan 2 baravar kichik bo'lgani uchun (9) tenglamadagi $u/2$ va $x \cdot n/2$ stexiometrik nisbatlar metallning har qanday valentligida ham 1:2 ga teng bo'ladi. Shu sababli tenglamani quyidagicha o'zgartirish mumkin:

$$K'' = \frac{P_{O_2}^{0.5}}{P_{Cl_2}} \quad (14)$$

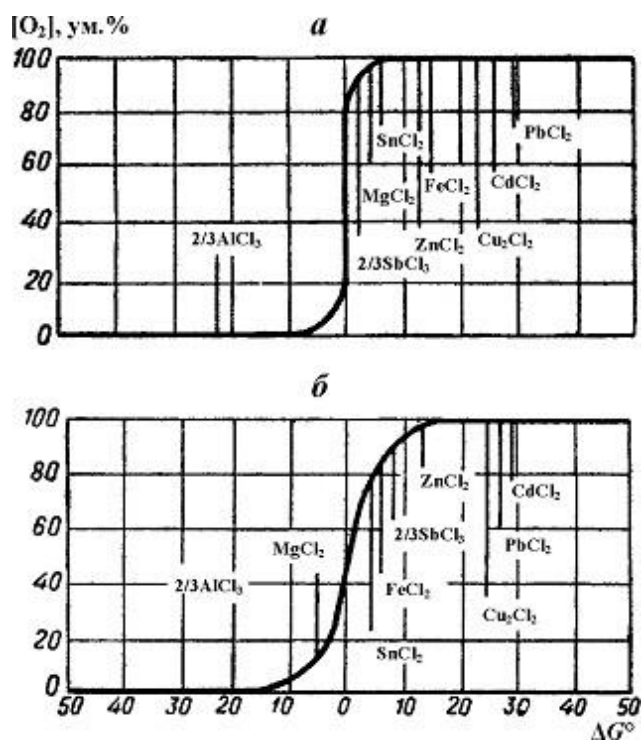
Agar sistemadagi umumiy bosimni P deb olsak, unda xlorning parsial bosimi

$R - p_{O_2}$ ko'rinishda ifodalanadi. Bu ifodani (14) tenglamaga qo'yib, uni p_{O_2} ga nisbatan yechamiz va ko'rinishdagi tenglamaga ega bo'lamiz.

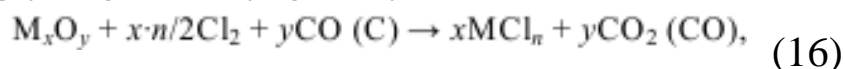
$$p_{O_2} = P + \frac{1}{2(K^*)^2} - \sqrt{\frac{P}{(K^*)^2} + \frac{1}{4(K^*)^4}} \quad (15)$$

(15) tenglama va oksidlarni xlorlash reaksiyasining izobar-izotermik tenglamasidan $\Delta G^0 = -RT \ln K^*$ foydalanilgan holda, kislorodning muvozanat konsentrasiyasini hisoblash mumkin. Oksidlarni 298,1 K va 1500 K da xlorlash reaksiyalarining $R = 1$ atm uchun hisoblangan muvozanat izotermalari 20-rasmda keltirilgan. 298 K dagi izotermalar uchun ΔG^0 va kislorodning muvozanat konsentrasiyasi qiymatlari ancha ishonchli hisoblanadi, chunki bu haroratda xloridlar kondensirlangan holatda mavjud bo'ladi. 1500 K da uchuvchan xloridlarning ΔG^0 qiymatlari haqiqiy qiymatlar bilan mos tushmaydi, chunki xloridlarning parsial bosimi hisobga olinmagan. Shunga qaramasdan, oksidlarning xlor bilan ta'sirlanish moyilligini nisbiy baholashda bu izotermalardan foydalanish mumkin.

Turli haroratlardagi muvozanat izotermalarning taqqoslanishi shuni ko'rsatadiki, harorat ko'tarilishi bilan kislorodning muvozanat konsentrasiyasi kamayadi. Demak, harorat ko'tarilganda oksidlarning xlorlanishga bo'lgan moyilligi kamayib boradi, ya'ni harorat ko'tarilishi bilan metallarning xlorga nisbatan kislorodga bo'lgan moyilligi sezalarli darajada ortadi.



(10) va (12) tenglamalarning tahlili ko'rsatadiki, kislorod reaksiya zonasidan chiqarilganda bosim ortadi, va binobarin, xloridning unumi ko'payadi. Haqiqatdan ham, oksidlar xlor bilan qaytaruvchilar ishtirokida xlorlanganda jarayonning samaradorligi keskin ortib ketadi. Oksidlarning qaytaruvchilar, masalan, ko'mir yoki uglerod (II)-oksid ishtirokida xlorlanishi quyidagi reaksiyaga bo'yicha borib



u (10) reaksiya va uglerod (II)-oksid yoki ko'mirni yonish reaksiyasining



yig'indisi hisoblanadi. Shunga binoan, ΔG^0 o'zgarishini ikki jarayonning izobar- izotermik potentsiallari yig'indisi sifatida hisoblash mumkin

$$\Delta G_{(16)} = \Delta G_{(10)} + \Delta G_{(17)}.$$

Uglerod oksidi yoki ko'mirning yonish reaksiyasi katta manfiy izobar-izotermik potentsialga ega. Bu reaksiyalarning 800-1200 K dagi ΔG qiymatlari taxminan 170 kJ/gram-atom O_2 ni tashkil etadi. Demak, oksidlarni qaytaruvchilar ishtirokida xlorlashda (qaytaruvchilarsiz xlorlashga nisbatan) 170 kJ/gramm-atom O_2 energiya ortib qoladi. Shuning uchun qiyin xlorlanadigan kremniy va alyuminiy oksidlari kabi oksidlar qaytaruvchilar ishtirokida deyarli to'liq xlorlanadi.

Ta'kidlash joizki, oksidlarni toza xlor bilan xlorlash jarayonidan farqli o'laroq, qaytaruvchilar ishtirokidagi xlorlash reaksiyalari uchun hisoblangan va eksperimental ma'lumotlar hamma vaqt ham bir-biriga mos tushmasligi mumkin. Xlorlash jarayoni ko'p bosqichli bo'ladi va ko'pincha kinetik parametrlar muvozanatdagi aralashmani olishga imkon bermaydi. Shunga binoan, CO yoki ko'mir ishtirokida jarayonning faqat eksperimental ma'lumotlar asosidagi termodinamik analizi xato xulosalarga olib keladi.

Yuqorida aytib o'tilgan fikrlar qattiq modda-gaz sistemasida boradigan boshqa ko'pgina reaksiyalar uchun ham aytilishi mumkin.

Suyuqlik-gaz sistemasi. Noorganik sintezda bunday sistemalar juda ko'p uchraydi. Bu sistemalarda reaksiyalarning borishi uchun qattiq modda -gaz sistemasiga nisbatan qulay sharoitlar yaratilishi shubhasizdir. Xususan, diffuziya katta ahamiyatga ega bo'lmaydi, chunki suyuqlikni aralastirib turgan holda, diffuziyaning tezligini sun'iy ravishda oshirish mumkin. Bunday holda kimyoviy reaksiyaning tezligi faqat kinetik sohada boradigan reaksiya bilan aniqlanadi va binobarin, reaksiyaga kirishuvchi moddalarning o'ziga xos xususiyatlariga bog'liq bo'ladi.

Misol sifatida suyuqlanma holatidagi metall okidlarini galogenlash reaksiyasini, suyuqlantirilgan metall va vodoroddan gidridlar sintezini, karbonillar sintezini va boshqa ko'pgina reaksiyalarni ko'rsatish mumkin. Termodinamik nisbatlar qattiq modda-gaz sistemalaridek bo'lgani va kinetik parametrlar gomogen suyuq fazada boradigan reaksiyalarning borish sharoitlariga yaqinligi uchun, bunday sistemalarni batafsil ko'rib chiqishga zarurat yo'q deb hisoblaymiz. Reaksiyaga kirishuvchi moddalarning o'ziga xos xususiyatlari va ularning sintez natijasiga ta'sirlari esa, muayyan birikmalarning olinishiga bag'ishlangan boblarda muhokama etiladi.

Suyuqlik-qattiq modda sistemasi. Sintezni amalga oshirishda moddaning eritilishi bilan bog'liq bo'lgan barcha jarayonlar u yoki bu darajada suyuqlik-qattiq modda muvozanatiga bog'liq bo'ladi. Agar erish jarayoni kimyoviy reaksiyadan oldin yuz bersa, erigan modda bilan erituvchi orasidagi o'zaro ta'sirlanish jarayonlarining tezligi va termodinamikasiga to'xtalib o'tilmasa ham bo'ladi, chunki eritish jarayonini va kimyoviy reaksiyani alohida o'tkazish mumkin. Unda kimyoviy reaksiyaning kinetik parametrlari ham, termodinamik faktorlar ham suyuq faza komponentlari orasidagi o'zaro ta'sirlanish xarakteri bilan aniqlanadi. Lekin shunday reaksiyalar borki, ular bevosita qattiq va suyuq fazalar chegarasida boradi. Masalan, suvsiz nitratlarni olishda N_2O_4 ning qattiq metallar, metallarning suvsiz galogenidlari, oksidlari yoki karbonillari bilan o'zaro ta'siri keng qo'llaniladi.

Termodinamika nuqta nazaridan, masalan,



reaksiyaning borishi uchun

$$(\Delta G_{M(NO_3)_x} + x\Delta G_{NO}) < x\Delta G_{N_2O_4} \text{ yoki } Mn_2(CO)_{10} + 4N_2O_4 \rightarrow 2Mn(NO_3)_2 + 4NO + 10CO$$

reaksiyaning borishi uchun

$$(2\Delta G_{Mn(NO_3)_2} + 4\Delta G_{NO} + 10\Delta G_{CO}) < (\Delta G_{Mn_2(CO)_{10}} + 4\Delta G_{N_2O_4})$$

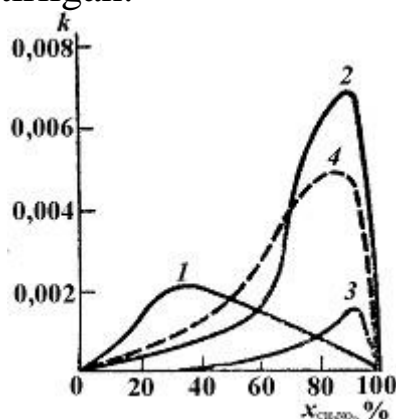
Oldin ta'kidlab o'tilganidek, ΔG ning (ko'pincha noma'lum) qiymatlari o'rniga ΔG^0 qiymatlaridan foydalanilsa ham bo'ladi. Reaksiyaning borish imkoniyatlarini baholashda faqat ΔH (yoki ΔH^0) qiymatlarning bu sharoitlarda qo'llanilishi ancha qiyin hisoblanadi, chunki deyarli barcha reaksiyalarda gzsimon moddalar hosil bo'lib, ular entropiyani keskin oshirib yuboradi.

Reaksiya ikkita kondensirlangan fazalar orasida borgan uchun difuziyaning ahamiyati qattiq va gzsimon fazalar chegarasida boradigan reaksiyalarga nisbatan kamroq bo'ladi. Buning ustiga, bunday holatlarda

fazalarni aralashtirish uchun yaratiladigan sharoitlar ancha qulay hisoblanadi. Biroq shiddatli aralashtirilganda ham boshlang'ich qattiq modda sifatida olinadigan mahsulotning plyonkasi hosil bo'lish ehtimolini e'tibordan chetda qoldirmaslik kerak. Agar reaksiya mahsuloti boshlang'ich modda sirtida zich qatlam hosil qilib erituvchining ta'siriga to'sqinlik qilsa, reaksiya tezligi kamayib boradi va agar oxirgi mahsulotning kogeziyon xossalari yetarlicha kuchli bo'lsa, reaksiya amalda to'xtab qolishi mumkin. Masalan, natriy metali N_2O_4 ga tushirilganda, reaksiya oldin shiddat bilan boradi, lekin metall sirtida nitratning zich qavatini hosil bo'lishi bilan ham, reaksiya umuman to'xtab qoladi. Agar natriy o'rnida rux olinsa, unda reaksiya oxirigacha boradi, chunki hosil bo'ladigan yumshoq rux nitratini erituvchining metall bilan ta'sirlanishiga to'sqinlik qilmaydi. Ko'rib o'tilgan bu faktorlar bilan bir qatorda asosiy reaksiya tezligiga qo'shimcha reaksiyalarning ta'sirini ham inobatga olish zarur. Rux metallining N_2O_4 bilan reaksiyasida qo'shimcha sifatida nitrit anhidrid N_2O_3 hosil bo'lib, u asosiy reaksiyaning tezligiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. Agar metall bo'lagi harakatsiz turaversa, reaksiya tezligi asta sekin ortib boradi, lekin eritma metallning o'zi bilan aralashtirilib turilsa, tezlik kamayadi. Bunday o'zgarish hodisa nitrat anhidrid qutbliligining N_2O_4 ga nisbatan katta bo'lishi bilan tushuntiriladi. Eritmada qutbliligi katta bo'lgan molekulalar keltirib chiqaradigan yuqori dielektrik o'tkazuvchanlik aktiv shakllar konsentratsiyasining ortishiga olib keladi. Metall sirtida N_2O_3 ning to'planishi reaksiyaning borishini tezlashtiradi, aralashtirilganda esa N_2O_3 molekulalari eritma hajmi bo'yicha taqsimlanadi va sirtida aktiv shakllar konsentratsiyasi kamayadi. Bu reaksiyada nitrit anhidrid o'ziga xos katalizator kabi ta'sir etadi: u reaksiyada bevosita ishtirok etmaydi (aks holda azot trioksidning NO^+ va NO_2^- ga dissotsilanishi natijasida metall nitrit hosil bo'lar edi). Ruxning erish tezligi $[N_2O_3]^{1/2}$ ga to'g'ri proporsional bo'ladi, $0\text{ }^\circ\text{C}$ haroratda 40% azot trioksid saqlagan eritmadagi reaksiyaning tezligi toza trioksidagi reaksiyaga qaraganda sakkiz marta yuqori bo'ladi, shunga qaramasdan hosil bo'ladigan mahsulot nitritlarning asarini ham o'zida saqlamaydi.

Shunga asosan, suyuq fazada «indifferent» erituvchining ishtirokiga bog'liq holda suyuqlik komponentlarining o'zaro ta'sirlanish reaksiyalari ham ko'rib chiqilsa, maqsadga muvofiq bo'ladi. «Indifferent» deganda shunday erituvchi tushiniladiki, u suyuq faza komponentlari bilan umuman ta'sirlanmaydi va ular bilan suyuq yoki qattiq holatdagi solvatlarni hosil qilmaydi. Qattiq moddalarning suyuq N_2O_4 bilan reaksiyalariga yana qaytamiz.

Ba'zi «indiferent» erituvchilarning suyuq azot tetraoksid bilan aralashmasi toza N_2O_4 qaraganda muayyan ustunliklarga ega bo'lishi aniqlandi. Masalan, nitrometan azot tetraoksid bilan barqaror aralashmalar hosil qiladi va u bilan xar qanday nisbatlarda aralashadi. Bunday sistemada solvatlar hosil bo'lmaydi. Azot tetraoksidning metallar bilan reaksiyasi asosida $N_2O_4 \rightleftharpoons NO^+ + NO_3^-$ sxema bo'yicha boradigan ionlarning dissotsilanishi yotsa, unda nisbatan yuqori dielektrik o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan erituvchining (nitrometan uchun $\epsilon = 37$) qo'shilishi N_2O_4 ni ionlarga dissotsilanishini osonlashtiradi va aralashmaning reaksiya qobiliyati ancha yuqori bo'lib qoladi. Suyuq fazadagi nitrometanning konsentratsiyasiga reaksiya tezligining (k) bog'liqligi 21-rasmda keltirilgan.



21-rasm. Suyuq fazadagi nitrometan konsentratsiyasiga suvsiz metall nitrat hosil bo'lish reaksiyasi tezligining bog'liqligi.

1 - $U + N_2O_4$; 2 - $Cu + N_2O_4$; 3 - $Zn + N_2O_4$ sistemalari; 4 - $N_2O_4 + CH_3NO_2$ suyuq fazaning elektr o'tkazuvchanligi.

Shunday qilib, suyuq faza komponentlaridan birining dielektrik o'tkazuvchanligi kichik bo'lgan reaksiyalarda –indifferentll erituvchilar, ba'zan esa reaksiya tezligini oshirish uchun donorli erituvchilar qo'llanilsa, maqsadga muvofiq bo'ladi.

4-MAVZU. METALLARNING UMUMIY OLINISH USULLARI

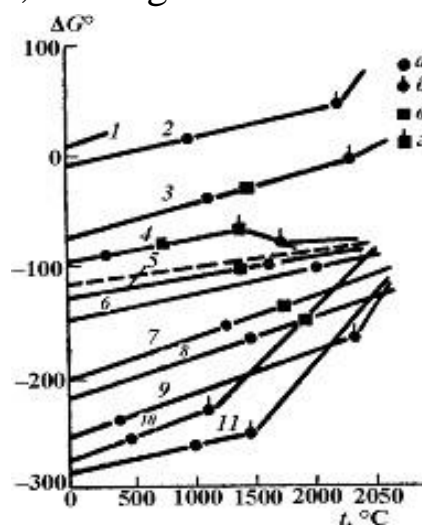
Reja:

1. Metallarni oksidlar va tuzlardan qaytarish.
2. Metallarni eritmalar va suyuqlanmalarni elektroliz qilib olish
3. Metallarni galogenidlar va boshqa birikmalarni termik parchalab olish.

Bir qator reaksiyalarni qamrab olgan metallarni oksidlar va tuzlardan qaytarish usulining asosida tanlangan metallning qandaydir qaytaruvchi bilan gaz yoki suyuq faza muhitida qaytarilishi yotadi. Qattiq fazadagi

reaksiyalar ko'p qo'llanilmaydi, chunki reaksiya ma'sulotlarini o'zaro ta'sirlashmay qolgan dastlabki moddalardan tozalashda qiyinchiliklar kelib chiqadi.

Qaytaruvchilar sifatida turli agregat holatdagi, jumladan, qattiq holatdagi moddalar qo'llanilishi mumkin. Qattiq holatdagi qaytaruvchi qo'llanilganda reaksiya mahsulotlari boshqa agregat (suyuq yoki gazsimon) holatda bo'lishini ta'minlash kerak. Turli agregat holatlardagi qaytaruvchilarning qo'llanilishi sistemaning turli kinetik xarakteristikalariga ega bo'lishiga olib keladi, shuning uchun sintezni o'tkazishda ularni, albatta, e'tiborga olish zarur bo'ladi.



22-rasm. Ba'zi oksidlar hosil bo'lish ΔG° qiymatlarining haroratga bog'liqligi (2 g kislorod atomlari hisobiga).

a - metallning suyuqlanish harorati; *b* - metallning qaynash harorati; *v* - oksidning suyuqlanish harorati; *g* - oksidning qaynash harorati.

1 - $2/3\text{Au}_2\text{O}_3$; 2 - Ag_2O ; 3 - 2CuO ; 4 - 2PbO ; 5 - 2FeO ; 6 - $2/5\text{V}_2\text{O}_5$; 7 - SiO_2 ; 8 - TiO_2 ; 9 - $2/3\text{Ag}_2\text{O}_3$; 10 - 2MgO ; 11 - 2CaO . Punktir chiziq N_2O uchun keltirilgan.

Ko'pincha metallar ularning oksidlari yoki sulfidlaridan olinadi, chunki birinchidan rudalarning aksariyati metallarning oksidlari yoki sulfidlaridan tarkib topgan *bo'lsa*, ikkinchidan buday reaksiyalarning termodinamikasi va kinetikasi yaxshi *o'rganilgan*.

Qaytarish reaksiyasini amalga oshirish imkoniyatlari birinchi navbatda reaksiya mahsulotlari va dastlabki moddalarning izobar-izotermik potentsiallari nisbatiga bog'liq bo'ladi. Ular orasidagi farq qancha katta bo'lsa, reaksiyani o'tkazish ehtimoligi shuncha yuqori bo'ladi. Ba'zi oksidlar uchun ΔG_{298} ning haroratga bog'liqligi 22-rasmda keltirilgan

Rasmdan ko'rinadiki, $\Delta G_{298} = f(t)$ chiziqlar qancha past bo'lsa, berilgan oksid shuncha barqaror va erkin metallning qaytaruvchilik qobiliyati shuncha yuqori bo'ladi.

Taqqoslash uchun 22-rasmda ΔG^0 ning haroratga bog' liqligi $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ reaksiya uchun keltirilgan (punktir chiziq). Rasmdan ko'rinadiki, eng faol qaytaruvchi kalsiy hisoblanadi, vodorod esa hamma metallarni ham ularning oksidlaridan qaytara olmaydi.

5- jadvalda ba'zi oksidlar, sulfidlar va galogenidlarning hosil bo'lish standart izobar-izotermik potentsiallari (ΔG_{298}) berilgan.

5 - j a d v a l

Ba'zi oksidlar, galogenidlar va sulfidlarning hosil bo'lish standart izobar-izotermik potentsiallari (ΔG_{298}) (kJ/mol)

Modda	- ΔG_{298}	Modda	- ΔG_{298}	Modda	- ΔG_{298}
Oksidlar		AuF	58,7	SeCl ₄	859,0
Ag ₂ O	10,5	AuCl	19,7	ThF ₄	2004,5
Al ₂ O ₃	1583,8	AuF ₃	297,5	ThCl ₄	1106,2
As ₂ O ₃	569,8	AuCl ₃	49,0	TiCl ₂	469,7
As ₂ O ₅	773,0	BaF ₂	1139,7	TiCl ₃	665,8
BaO	511,2	BaCl ₂	798,6	TiI ₄	381,3
BaO ₂	584,5	BeF ₂	988,8	TiBr ₄	590,8
BeO	579,0	BeCl ₂	446,2	TiCl ₄	754,0
B ₂ O ₃	1195,0	CaF ₂	1177,8	TiCl	185,2
Al ₂ O ₃	494,4	CaCl ₂	750,4	TiI	125,3
CaO	605,0	CaI ₂	529,6	TiCl ₃	293,3
Ce ₂ O ₃	1709,5	CdF ₂	652,0	VCl ₂	397,6
CeO ₂	1026,6	CdCl ₂	344,8	VCl ₃	515,0
CdO	228,8	CdBr ₂	297,5	UF ₄	1836,5
CoO	215,4	CdI ₂	204,0	WI ₂	10,5
Co ₃ O ₄	765,2	CrCl ₂	357,0	ZnF ₂	714,4
Cr ₂ O ₃	1060,9	CrI ₂	204,0	ZnCl ₂	571,1
CrO ₃	505,7	CrCl ₂	352,0	ZnBr ₂	313,0
Cu ₂ O	148,3	SrI ₂	230,0	ZnI ₂	312,0
CuO	128,2	CrCl ₃	446,6	ZnF ₄	1812,6
Fe ₂ O ₃	743,3	CeCl ₃	985,5	ZnCl ₄	976,3
GeO	209,9	CoCl ₂	270,2	Sulfidlar	
GeO ₂	502,8	CuF	230,5	Ag ₂ S	40,6
HgO	58,7	CuCl	119,4	Bi ₂ S ₃	153,4

HfO ₂	1054,6	CuBr	102,2	CdS	140,8
In ₂ O ₃	831,7	CuI	71,2	CoS	80,6
La ₂ O ₃	1707,8	CuCl ₂	172,2	CoS ₂	137,4
Li ₂ O	562,7	CuF ₂	492,7	Co ₃ S ₄	323,9
MgO	570,3	CuI ₂	8,4	CuS	53,6
MnO	363,3	CsF	528	Cu ₂ S	86,3
Mn ₂ O ₃	882,6	CsCl	415,2	FeS	100,6
MnO ₂	465,9	CsI	344,0	FeS ₂	163,0
Mn ₂ O ₇	544,7	FeCl ₂	303,4	Fe ₂ S ₃	281,1
MoO ₂	535,0	FeCl ₃	332,3	GeS	70,0
MoO ₃	668,7	Gal ₃	217,9	GeS ₂	187,7
		GeCl ₄			
Na ₂ O	379,6	(gaz)	458,0	HgS	49,0
Nb ₂ O ₃	1772,4	Gel ₂	109,0	MnS	218,3
Nb ₂ O ₅	1766,5	HgCl ₂	211,6	MnS ₂	232,5
Nb ₂ O ₄	1516,8	Hg ₂ Cl ₂	211,6	MoS ₂	226,3
PbO	189,0	Hg ₂ I ₂	111,0	Ni ₂ S ₃	197,3
NiO	212,0	Hg ₂ Br ₂	181,4	NiS	79,6
PbO ₂	217,9	HfF ₄	1831,0	PbS	68,3
Pb ₂ O	293,3	HfCl ₄	973,0	Sb ₂ S ₃	156,3
Re ₂ O ₇	1050,4	KF	540,0	SnS	98,5
SnO	257,3	KCl	409,4	Tl ₂ S ₃	93,9
SnO ₂	520,8	KBr	380,9	WS ₂	204,1
Sb ₂ O ₃	636,9	KI	322,6	ZnS	198,6
Sb ₂ O ₅	866,1	LaCl ₃	999,0		
SeO ₂	171,8	LiF	584,9		
SeO ₃	84,2	LiCl	385,1		
SiO ₂	857,7	MgF ₂	1072,6		
SrO	574,9	MgCl ₂	592,4		
Ta ₂ O ₅	1915,2	MgI ₂	360,3		
TeO ₂	264,8	MnCl ₂	441,2		
TiO ₂	890,4	MnI ₂	54,5		
VO	404,8	MnCl ₃	399,7		
V ₂ O ₃	1150,5	MoF ₆	1474,9		
VO ₂	1320,3	MoCl ₅	420,7		
V ₂ O ₅	1428,8	MoI ₂	54,5		
UO ₂	1033,7	NiF ₂	611,3		
WO ₂	534,6	NiCl ₂	259,4		
WO ₃	765,1	NaF	547,2		

ZnO	321,4	NaCl	385,1	
ZrO ₂	1044,6	NaBr	349,5	
Galogenidlar		NaI	285,8	
AgBr	97,6	PbF ₂	628,5	
AgCl	109,8	PbCl ₄	314,6	
AgF	186,5	PbCl	408,1	
AgI	66,2	RbI	329,3	
AlF ₃	1433,0	SrF ₂	1182,4	
AlCl ₃	629,8	SrBr ₂	709,4	
AlI ₃	314,3	SbCl ₃	324,3	

Metallarni ularning oksidlaridan bevosita qaytarishda kuchli qaytaruvchilardan biri - alyuminiy qo'llaniladi. Metallotermik reaksiyalar adabiyotda juda batafsil bayon etilgan, shu sababli bunday reaksiyalarning borish sharoitlariga maxsus to'xtalib o'tmaymiz. Lekin shuni ta'kidlash kerakki, bu yo'l bilan ancha toza metallarni sintez qilib bo'lmaydi. Ularning tozalanishi esa vaqt va energiyaning ko'proq sarflanishiga olib kelib, toza metallarni olish uchun bu usulning qo'llanilishi yaxshi natijalar bermaydi. Shuning uchun metallotermiyani faqatgina boshqa metodlar bilan metallarni olish imkoniyati bo'lmagan yoki metallarning tozaligi ahamiyatsiz bo'lgan hollarda qo'llash mumkin.

Boshqa agregat holatda, xususan, gazsimon holatda bo'lgan qaytaruvchilarning qo'llanilishi ancha qulay hisoblanadi, chunki metallarning oksidlardan qaytarilishi natijasida hosil bo'ladigan oksidlanish mahsulotlari reaksiya zonasidan oson yo'qotiladi va muvozanat metallarning hosil bo'lish tomoniga kuchli siljimaydi. Agar reaksiya mahsulotlari gazsimon yoki suyuq holatda hosil bo'lsa, qattiq qaytaruvchilarni ham qo'llash imkoniyati paydo bo'ladi.

Bunday sistemalarda sintezni o'tkazishda sintezning tegishli shartlariga amal qilgan holda, reaksiya mahsulotlarini qattiq fazadan yo'qotish kinetikasiga katta e'tibor qaratish zarur.

Tabiiyki, qaytarish jarayoni termodinamika tomonidan ruxsat etilgan hollardagina amalga oshadi. Shuni esdan chiqarmaslik kerakki, oksiddagi metallning oksidlanish darajasi kamayishi bilan, metall-kislorod bog'ining mustahkamligi ortadi, natijada shunday holl yuzaga keladiki, qaytarilish reaksiyasi metallning qandaydir oksidlanish bosqichida to'xtab qoladi, ya'ni metallning o'zi emas, balki uning quyi oksidlanish darajasidagi oksidi hosil bo'ladi.

Galogenidlar (ftoridlardan tashqari) va sulfidlarning vodorod bilan qaytarilishi oksidlarga nisbatan, odatda, katta qiyinchilik bilan boradi,

chunki vodorod galogenidlarning yoki vodorod sulfidning hosil bo'lish izobar-izotermik potentsiallari suvning hosil bo'lish potentsialiga nisbatan kichik qiymatlarga ega bo'ladi. Buni quyida keltirilgan mahsulotlarni tahlil qilib ham ko'rish mumkin:

Birikma	H ₂ O	H ₂ S	HF	HCl	HBr	HI
- ΔG ⁰ ₂₉₈	228,8	33,5	270,3	95,3	53,6	-1,3

Bundan tashqari, qaytariluvchi modda sifatida galogenidlarning qo'llanishi oksidlarga qaraganda hech qanday ustunlikka, ega bo'lmaydi, chunki suvsiz galogenidlar oksidlardan (ayniqsa, qiyin oksidlanadigan oksidlardan) katta qiyinchilik bilan hosil bo'ladi. Quyi oksidning hosil bo'lishi metallning to'liq qaytarilishiga to'sqinlik qiladigan hollardagina galogenidlarning qo'llanilishi maqsadga muvofiq bo'ladi. Masalan, V₂O₄ vodorod bilan yuqori haroratda (~1700 °C) VO gacha qaytariladi. Metallning o'zini olish uchun esa undan ham yuqori harorat va katta bosim talab etiladi. VCl₃ yoki VCl₄ esa vodorod bilan metallgacha oson qaytariladi. Vodorod bilan qaytarish jarayoni yordamida yetarlicha toza metallarni olish mumkin, chunki vodorodning o'zi toza holda olinadi, bundan tashqari vodorod halaqit beruvchi qo'shimcha mahsulotlar hosil qilmaydi va u qiyinchiliksiz reaksiya zonasidan chiqariladi.

Ba'zan vodorod o'rnida uglerod (II)-oksid yoki ammiakdan foydalaniladi. Vodorod bilan qaytarishga nisbatan uglerod (II)-oksid yordamida qaytarish reaksiyasi ko'pincha pastroq haroratlarda boshlanadi (masalan, temir oksid is gazi ta'sirida 240°C dan past haroratda qaytariladi). Lekin ko'p hollarda hosil bo'ladigan metall yonaki $2CO \leftrightarrow C + CO_2$ reaksiyada katalizatorlik vazifasini bajaradi va agar jarayon 1000 °C dan yuqori haroratda o'tkazilsa, uglerodning ajralishi va metallning ifloslanishi muqarrar bo'ladi. Uglerodning disproporsiyalanish reaksiyasiga faqat ba'zi metallar, masalan, kumush, mis, qo'rg'oshin, surma va vismut katalitik ta'sir ko'rsatmaydi

Barqaror nitridlar hosil bo'lish bilan boradigan sistemalarda (ko-balt, nikel, vismutli sistemalarda) qaytaruvchi sifatida ammiakni qo'l-lab bo'lmaydi.

Hozirgacha bizlar erituvchilar ishtirokisiz boradigan reaksiyalarni ko'rib chiqdik. Lekin metallarni ularning tuzlaridan qaytarilishini gidrometallurgik (yoki agar boshqa erituvchida reaksiya borsa, solvometallurgik) deb nomlanuvchi jarayonlarda ham amalga oshirish mumkin. Bunday ko'rinishdagi metallar sintezining asosida metallarning kuchlanish qatori yotadi. Unga asosan qatordagi har qanday metall o'zidan keyingi metallni uning tuzidan siqib chiqaradi. Suvli eritmlarda

qaytarilish reaksiyalari o'tkazilganda shuni yodda tutish kerakki, kuchli qaytaruvchi metallar ishtirokida gidroksoniy ionlari vodorodgacha qaytariladi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining borishi nafaqat qaytaruvchining (metall yoki amalgamaning) faolligiga, balki bog'langan ionning faolligiga ham bog'liqdir. Suvli eritmalarda qaytaruvchilar sifatida rux, kadmiy, alyuminiy va magniy, shuningdek, ishqoriy va ishqoriy-yer metallarning amalgamalari muhim ahamiyat kasb etadi. Sanab o'tilgan metallar ko'p hollarda oson eruvchan tuzlar hosil qilib, ular qaytarilgan metallni ajratib olishga va tozalashga halaqit bermaydi. Vodorod ionlarining oson qaytarilishi evaziga natriy, kaliy yoki kalsiy kabi kuchli qaytaruvchilar suvli va hattoki, spirtli eritmalarda deyarli qo'llanilmaydi. Lekin suyuq ammiak bu metallarni oksidlanish darajasini o'zgartirmasdan eritmada va katalizatorlar bo'lmaganda ular bilan juda sekin ta'sirlashadi. Bunday sharoitlarda qaytarilish shunday silliq o'tadiki, qaytaruvchining ortiqcha miqdori talab ham etilmaydi. Suyuq ammiakda eritilgan kaliy va natriyning reaksiya qobiliyati deyarli bir xil; ularga nisbatan kalsiy eritmasining reaksiya qobiliyati ko'p hollarda yuqoriroq bo'ladi. Suyuq ammiakda kaliyning metall galogenidlari bilan o'zaro ta'siri natijasida erkin holdagi metall hosil bo'ladi, u mayda kukun shaklda ajraladi yoki qaytaruvchining ortiqcha miqdori bilan intermetall birikma hosil qiladi. Ko'pincha ajralib chiqqan metallar (nikel, marganest, kumush) ortiqcha qaytaruvchining ishqoriy amid va vodorodga parchalanish reaksiyasini katalizlaydi.

Faol metallar bilan passiv metallarni siqib chiqarilishini metall alkillarini saqlagan muhitda ham o'tkazish mumkin. Masalan, dimetil simob $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$ bilan litiy, natriy, magniy yoki alyuminiy reaksiyaga kirishganda simob va tegishli metallarning alkillari hosil bo'ladi.

6 - j a d v a l Ba'zi metallmaslarning suvli eritmalardagi standart elektrod potentsiallari (E° , V)

Reaksiya	E° , V	
	pH=0	pH=14
$\text{S}^{2-} \leftrightarrow \text{S} + 2e^-$	- 0,55	—
$\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{HO}^- \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_3 + 2\text{H}^+ + 2e^-$	- 0,50	- 1,57
$\text{HS}_2\text{O}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}^+ + 2e^-$	- 0,23	-1,13
$\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}^+ + 2e^-$	- 0,20	- 1,12
$\text{Sn}^{2+} \leftrightarrow \text{Sn}^{4+} + 2e^-$	+ 0,15	- 0,90
$\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} + 2\text{H}^+ + 2e^-$	+ 0,14	- 0,48
$\text{HCOOH} \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2e^-$	- 0,20	- 1,00

$\text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCOOH} + 2\text{H}^+ + 2e$	+ 0,06	- 1,11
$\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 2e$	+ 0,19	- 0,59
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2e$	- 0,49	—
$2\text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{S}_2\text{O}_6^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e$	+ 0,20	- 0,90
$2\text{NH}_2\text{OH} \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 4\text{H}^+ + 4e$	- 0,05	- 1,05
$\text{N}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{N}_2 + 4\text{H}^+ + 4e$	- 0,23	—
$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e$	+ 0,68	- 0,07
$\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2e$	+ 0,93	+ 0,01

Ko'pchilik sistemalarning oksidlanish-qaytarilish potentsiallarini ko'rib chiqqan holda quyidagi xulosaga kelish mumkin: qaytaruvchi metallmaslarning faqat oz qismi metallarni ularning tuzlaridan qaytarish uchun yaroqli hisoblanadi. Shuni ta'kidlash kerakki, bunday oksidlanish-qaytarilish sistemalar ko'p hollarda qaytmas bo'ladi va bevosita o'lchab olinadigan potentsiallar termodinamik ma'lumotlar bo'yicha hisoblangan qiymatlarga hamma vaqt ham mos kelmaydi.

6- jadvalda suvli eritmalarda eng ko'p qo'llaniladigan qaytaruvchilar keltirilgan bo'lib, ularning oksidlanish potentsiallari (E°) ba'zi metallarni ularning tuzlaridan qaytarishga imkon beradi. E° qiymatlari 25 °C da vodorod ionlari aktivligi 1 ga teng bo'lgan suvli eritmadagi vodorod elektrodga nisbatan hisoblangan. Taqqoslash uchun jadvaldagi standart oksidlanish potentsiallari eritma pHining ikki xil qiymatlarida (0 va 14) berildi. Jadvalda ko'rsatilgan sistemalar uchun E° qiymatlarining oralig'i - 1,57 V dan +93 V gacha o'zgaradi. 7-jadvalda esa M/M⁺ sistemalar uchun potentsiallar berilgan bo'lib, ularning qiymatlari -3,02 V dan (Li/Li⁺ sistemasi uchun) +1,68 V gacha (Au/Au⁺ sistemasi uchun) bo'lgan oraliqda yotadi. Bundan ko'rinadiki, metallarning bir qismi ($E^\circ < -1,57$ V) qaytaruvchi-metallmaslar ta'sirida qaytarilishi mumkin, lekin shu bilan birga metallarning hammasini ham bunday yo'l bilan qaytarib bo'lmaydi. Jadval ma'lumotlariga muvofiq, agar oksidlanish-qaytarilish jarayonida H⁺ yoki OH⁻ ionlari ishtirok etsa, oksidlanish potentsiali muhitning kislotaligiga kuchli bog'liq bo'ladi.

7 - j a d v a l

Ba'zi metallarning suvli eritmalaridagi standart elektrod potentsiallarii (E°)

Reaksiya	E°	Reaksiya	E°
$\text{Cs}_q \rightarrow \text{Cs}^+ + e$	- 3,02	$\text{Tl}_q \rightarrow \text{Tl}^+ + e$	- 0,33
$\text{Li}_q \rightarrow \text{Li}^+ + e$	- 3,02	$\text{Co}_q \rightarrow \text{Co}^{2+} + 2e$	- 0,28
$\text{Rb}_q \rightarrow \text{Rb}^+ + e$	- 2,92	$\text{Ni}_q \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2e$	- 0,25

$K_q \rightarrow K^+ + e^-$	- 2,92	$Sn_q \rightarrow Sn^{2+} + 2e^-$	- 0,14
$Ba_q \rightarrow Ba^{2+} + 2e^-$	- 2,90	$Pb_q \rightarrow Pb^{2+} + 2e^-$	- 0,13
$Ca_q \rightarrow Ca^{2+} + 2e^-$	- 2,87	$Fe_q \rightarrow Fe^{3+} + 3e^-$	- 0,04
$Sr_q \rightarrow Sr^{2+} + 2e^-$	- 2,89	$H_{2\text{ gaz}} \rightarrow 2H^+ + 2e^-$	0,0
$Na_q \rightarrow Na^+ + e^-$	- 2,71	$Bi_q \rightarrow Bi^{3+} + 3e^-$	0,2
$La_q \rightarrow La^{3+} + 3e^-$	- 2,40	$Sb_q \rightarrow Sb^{3+} + 3e^-$	0,2
$Mg_q \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$	- 2,34	$Cu_q \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$	0,34
$Al_q \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$	- 1,67	$Cu_q \rightarrow Cu^+ + e^-$	0,52
$Mn_q \rightarrow Mn^{2+} + 2e^-$	- 1,05	$Hg_c \rightarrow Hg_2^{2+} + 2e^-$	0,80
$V_q \rightarrow V^{3+} + 3e^-$	- 0,83	$Pb_q \rightarrow Pb^{2+} + 2e^-$	0,82
$Zn_q \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$	- 0,76	$Ag_q \rightarrow Ag^+ + e^-$	0,80
$Cr_q \rightarrow Cr^{3+} + 3e^-$	- 0,71	$Hg_c \rightarrow Hg^{2+} + 2e^-$	0,85
$Fe_q \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	- 0,44	$Au_q \rightarrow Au^{3+} + 3e^-$	1,42
$Cd_q \rightarrow Cd^{2+} + 2e^-$	- 0,40	$Au_q \rightarrow Au^+ + e^-$	1,68

Bundan tashqari, kompleks hosil qiluvchi kiritilganda yoki cho'kma hosil bo'lganda ham E° ning qiymati ko'pincha o'zgaradi. Qaytaruvchilar yordamida metallarni olishda yuqorida ko'rsatilgan barcha jihatlarni nazarda tutish kerak.

Metallarni eritmalar va suyuqlanmalarni elektroliz qilib olish

Ko'pchilik metallarni yetarlicha toza holda olish uchun vodorod, uglerod oksid, qaytaruvchi metallardan ham kuchliroq qaytaruvchilarni qo'llash maqsadga muvofiqdir. Bunday qaytaruvchilarga har qanday metall kationlari bilan ta'sirlanishini ta'minlaydigan elektrolitik yacheykaning katodini misol keltirish mumkin.

Muayyan sharoitlarda barcha metallar katodda ajraladi. Qandaydir kationning razryadlanishi va uning toza metall ko'rinishida katodda ajralishi uchun elektr maydon ta'siri ostida ionlarning eritmaga o'tishiga to'sqinlik qiladigan potensialni katodga berish kerak. Qachonki beriladigan kuchlanish galvanik juftning elektr yurituvchi kuchidan yuqori bo'lsa, elektrolizni nazariy jihatdan amalga oshirish mumkin. Binobarin, kationlarni bir normalli eritmalaridan cho'ktirish uchun zarur bo'ladigan potensialning quyi chegarasi kuchlanish qatori bilan belgilanadi.

Ionning razryadi uchun yetarli bo'lgan minimal potensial «parchalanish potentsiali» deb ataladi. Amalda esa ionlar razryadlanishning haqiqiy potentsiali, turli sabablarga ko'ra, berilgan elektrod potentsialining absolyut qiymatidan katta bo'ladi, shuning uchun metallarning kuchlanish qatori (yoki aktivlik qatori) potentsialning haqiqiy kattaligini emas, balki nazariy quyi chegarasini ifodalaydi. Biroq, kuchlanish qatori parchalanish potentsialining kattaligini va metallarning

katodda ketma-ket cho'kishini baholashga, shuningdek, shu qator yordamida tuz eritmalaridan bir metallni ikkinchi metall siqib chiqarish imkoniyatlarini oldindan aniqlashga imkon beradi.

7- jadvalda 25°C da va kationlar aktivligi 1 ga teng bo'lgan suvli eritmalarda ba'zi metallarning standart elektrod potentsillari (E° , V) berilgan. Modomiki, jadvaldagi elektrod potentsiallar aktivligi 1 ga teng bo'lgan kationlar uchun va 25°C da berilgan ekan, vodorod ionlari aktivligi 1 ga teng, ya'ni $\text{pH} = 0$ eritmalaridagina vodorod $E^{\circ} < 0$ bo'lgan barcha metallardan oldin ajralib chiqadi. Agar eritma neytral bo'lsa, $E^{\circ} < -0,41$ V bo'lgan metallar ajralishi kerak.

Suvli eritmalaridan metallarni elektroliz yordamida ajratib olishda vodorodning o'ta kuchlanishi deb nomlanuvchi hodisani ham hisobga olish kerak. O'ta kuchlanish deganda vodorodning ajralish potentsiallarining nazariy va amalda topilgan qiymatlari orasidagi farq tushuniladi. O'ta kuchlanishni tushuntiruvchi bir qancha nazariyalar ma'lum, lekin bu hodisaning kelib chiqishi haqida haligacha yagona nuqtai nazariya mavjud emas. Vodorodning o'ta kuchlanishi ko'pgina faktorlarga bog'liq, masalan, katod materialining tabiati va sirtining tozaligi, elektrolit konsentratsiyasi va tabiati, tok zichligi, harorat va boshqalar.

Elektrod materialining ta'siriga to'xtalib o'tamiz. Yuqori o'ta kuchlanish simob, qo'rg'oshin, rux katodlarida, kichik kuchlanish esa davriy sistemaning VIII guruh metallarida kuzatiladi. Masalan, qora platinada bu qiymat nolga yaqinlashsa, 10^{-4} A/sm² tok zichligida bir normalli xlorid kislota eritmasidagi simob katodining potentsiali, shu eritmada vodorod elektrodi potentsialidan taxminan 0,98 V ga farq qiladi. Turli metallardan tayyorlangan katodlarda tok zichligining bir xil qiymatida vodorodning o'ta kuchlanishi Pt - Pd - Co - Ni - Fe - Ag - Cu - Sn - Zn - Cd - Hg - Pb qatorida ortib boradi. Elektroliz yo'li bilan metallarni olishda vodorod ionining bu xossasidan amaliy foydalanish mumkin, chunki u vodorodning keraksiz qaytarilishiga sarflanadigan elektr miqdorini kamaytiradi. Shunday hol ruxni uning tuz eritmalaridan katodli qaytarishda kuzatiladi. Chunki ruxning muvozanat potentsiali vodorodning muvozanat potentsialidan kichik bo'lgani uchun, ruxning qaytarilishi faqatgina vodorod ionlarining o'ta kuchlanishi hisobiga amalga oshadi. Shu sababli vodorodning qaytarilishiga oz miqdorda elektr toki sarflanadi va ruxning elektrolitik qaytarilishi amalda to'liq bo'ladi.

Lekin faol metallar ko'pincha suyuqlanmalarni elektroliz qilish yo'li

bilan olinadi. Shuni ta'kidlash joizki, suvli eritmalar uchun taklif etilgan kuchlanish qatorini suyuqlanmalar uchun amalda qo'llab bo'lmaydi, chunki metallarning ajralish potentsiallari qarama-qarshi zaryadlangan ionning tabiatiga bog'liq bo'ladi. Metallarni olish uchun suyuqlanmalar elektrolizining amaliy qo'llanilishiga bir necha misollar keltiramiz.

Natriy metalining olinishi. Natriy metali, odatda, o'yuvchi natriy suyuqlanmasini elektroliz qilib olinadi. Elektrolizer sifatida ichki tomondan qotgan suyuqlanma qavati bilan himoyalangan, tashqi tomondan esa issiqlik yo'qotilishini kamaytiradigan g'ishtli futerovkaga ega bo'lgan temir vanna xizmat qiladi. Katod materiali sifatida nikel yoki mis, anod sifatida temir yoki nikel xizmat qiladi. Anod maydoni katod maydonidan nikelli to'rdan tayyorlangan diafragma bilan ajratiladi. Ajraladigan gazlar-vodorod va kislorod -maxsus naylar orqali alohida chiqariladi. O'yuvchi natriy suyuqlanmasining elektrolizi uchun 315-320 °C harorat hamda katoddagi 0,02 A/sm² va anoddagi 0,015 A/sm² tok zichligi eng qulay sharoit hisoblanadi..

Elektrolit sifatida osh tuzi suyuqlanmasidan ham foydalanish mumkin. Biroq, bu holda elektrolizni 800 °C atrofidagi haroratda o'tkazish kerak, bu esa apparatura uchun materallarni tanlash imkoniyatlarini chegaralab qo'yadi.

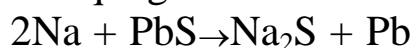
Kalsiy va magniy metallarining olinishi. Kalsiy 780 °C atrofidagi haroratda CaCl₂ yoki 655 °C atrofidagi haroratda CaF₂ qo'shimchasi bo'lgan CaCl₂ suyuqlanmasini elektroliz qilib olinadi, tok zichligi taxminan 0,05-0,25 A/sm² ga tenglashtirilib turiladi. Elektrolizning ko'ngildagidek borishining qat'iy shartlaridan biri amalda to'liq suvsizlantirilgan CaCl₂ ning qo'llanilishi hisoblanadi, chunki suv ishtirokida katodda havo bilan portlovchi aralashma beradigan va suyuqlanmani sachratib yuboradigan vodorod ajraladi.

Magniy suvsizlantirilgan va suyuqlantirilgan toza magniy xloriddan yoki katodning suyuqlanma bilan ho'llanilishini oshiruvchi kalsiy xlorid qo'shimchasini saqlagan kaliy yoki natriy xloridlar va MgCl₂ suyuqlanmalarining aralashmasidan olinadi. Shuningdek, MgCl₂·KCl qo'sh tuzidan ham muvaffaqiyat bilan foydalanish mumkin. Harorat 680-720 °C atrofida saqlanadi, tok zichligi - anodda 1 A/sm², katodda 4-8 A/sm².

Litiy metalining olinishi. Litiy olish uchun elektrolit sifatida 50% litiy xlorid va 50% kaliy xlorid saqlagan aralashma xizmat qiladi. Kaliy xlorid asosan aralashmaning suyuqlanish haroratini pasaytirish uchun ishlatiladi; olinadigan litiy metallidagi kaliy qo'shimchasi juda oz

miqdorda bo'ladi va atigi 0,28% ni tashkil etadi. Anod materiali sifatida uglerod, katod sifatida temir xizmat qiladi. Katodli maydon anodlardan oxirigacha tushirilmagan va suyuqlantirilgan elektrolitga ancha chidamli talk toshidan tayyorlangan diafragma bilan ajratiladi. Litiy vanna tubidan ko'tariladigan katod usiga qalqib chiqadi va katodli maydonni yopib turuvchi qopqoq ostida yig'iladi. Elektroliz 400-430 °C haroratda o'tkaziladi, katoddagi tok zichligi 5 A/sm².

Sulfiddan qo'rg'oshin metalining olinishi. Bu metod sulfid va erituvchi sifatida olingan NaCl va KCl suyuqlanmasining ekvimolekulyar aralashmasi orasidagi o'zaro ta'sirning o'ziga xosligi bilan qiziqarlidir. Tajribalar chinni tigelda olib boriladi. Katod sifatida tigel tubigacha joylashtirilgan aylana uglerod plastinka xizmat qiladi. Anod sifatida xizmat qiladigan uglerodli sterjen suyuqlanmaga tushiriladi. Suyuqlantirilgan aralashmaga qo'rg'oshin sulfid kiritiladi. Kimyoviy toza kaliy va natriy tuzlarining suyuqlanmasi uchun oddiy suyuqlanish diagrammasi 664 °C da evtetik nuqtaga ega bo'ladi. Mana shu haroratdan bir oz yuqorida elektroliz olib boriladi. Suyuqlanmaga qo'rg'oshin sulfidning har qanday miqdori kiritilganda ham suyuqlanish haroratining minimumi o'zgarmay qoladi, shunga asosan, sulfid suspenziyalangan holatda bo'ladi, deb hisoblanadi. Olingan tajriba natijalari elektroliz jarayonida oldin qo'rg'oshin sulfid bilan xloridlar o'zaro ta'sirlashadi, natijada qo'rg'oshin xlorid va natriy sulfid hosil bo'ladi degan taxminga olib keladi. Mana shu yo'l bilan katodda qo'rg'oshin kationlari va anodda sulfid anionlari hosil bo'ladi. Jarayonning amalga oshirishini tushuntiradigan boshqa taxminga ko'ra, elektrolizning dastlabki mahsuloti natriy hisoblanib, u bevosita katod oldida qo'rg'oshin sulfid suspenziyasiga ta'sir etadi va qo'rg'oshinni



tenglama bo'yicha siqib chiqaradi. Qo'rg'oshinning hosil bo'lish mexanizmini aniqlash uchun o'tkazilgan maxsus tadqiqotlar ikkinchi taxminning to'g'riligini ko'rsatdi.

Shunday qilib, ushbu sintez suyuqlanmalar elektrolizi va passiv metallni uning tuzidan faol metall bilan elektrokimyoviy siqib chiqarishdek metallar olinishining ikki metodini birlashtiradi.

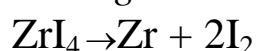
Xulosa qilib aytganda, eritmadan Ag, Cu, Au, Sn va Bi kabi elementlarning ajralishi, odatda, qiyinchiliklar tug'dirmaydi. Zn, Cd, Ga, In, Te, Pb, Sb, Ni, Co, Fe, Mn va Cr misolida ham muayyan shartlarga rioya qilinganda, suvli eritmalarning qo'llanilishi yaxshi natijalarga olib keladi. Hattoki, Eu, Mo, W, Nb, va Ta kabi metallarni ham, masalan,

sitratli eritmalardan ajratib olish mumkin.

Suyuqlanmalar elektrolizi uchun elektrolit sifatida asosan galogenidlar va ayniqsa, ftoridlar suyuqlanmasi qo'llanilib, ular ko'pchilik oksidlar uchun yaxshi erituvchilar hisoblanadi. Xloridlar elektrolizi uchun uncha yuqori harorat talab etilmaydi; lekin sintez haroratini tanlash vaqtida ko'pchilik xloridlarning uchuvchanligini e'tiborga olish kerak.

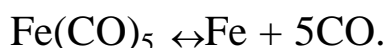
Metallarni galogenidlar va boshqa birikmalarni termik parchalab olish

5-jadval ma'lumotlari tahlil qilinganda shunday xulosaga kelish mumkinki, metall galogenidlarining mustahkamligi ftoridlardan yodidlarga qarab kamayadi, buning usiga ba'zi yodidlarning hosil bo'lish standart potentsiallari (ΔG_{298}) bir necha o'n kJ/moldan oshmaydi. Binobarin, qulay sharoit yaratilganda, metall yodid dastlabki metall va yodga dissosilanishi mumkin. Xuddi shunday xossani ΔG_{298} ning kichik manfiy qiymatiga ega bo'lgan boshqa birikmalar ham namoyon etadi. Shuni ta'kidlash joizki, dissotsilanish vaqtida entropiya kuchli ortadi ($\Delta S > 0$), entalpiya esa kam o'zgaradi (ΔH nolga yaqinlashadi). Shuning uchun haroratning ortishi bilan ΔG kamayadi va haroratning qaysi bir qiymatida noldan kichik bo'ladi. Bundan tashqari, yodidlarning uchuvchanligi ham ahamiyatli hisoblanadi. Qator ishlarda bug'simon holatga ($101,33 \cdot 10^3$ Pa bosimda sublimatlanish harorati 431°C) keltirilgan sirkoniy yodid ZrI_4 ning 1800°C haroratda cho'g'lantirilgan simda termik parchalanishi *ko'rsatilgan*:



Elementar sirkoniy qizigan simda *cho'kadi*, yod esa reaksiya idishda qoladi. Sirkoniyni volfram tolasi ustida *cho'kishi* 1300°C da boshlanadi, 1800°C da esa, barcha texnik shartlar (tola qalinligi, tok kuchi va hokazo) aniq bajarilganda sirkoniyning juda toza bolg'alanuvchan sterjenlari hosil bo'ladi, bunda ko'pincha monokristallarning hosil bo'lishi kuzatiladi. Shunga o'xshash metod bilan juda yuqori suyuqlanish haroratiga ega bo'lgan qator metallarni olish mumkin. Masalan, yodidlardan sirkoniydan tashqari titan, kremniy, gafniy va toriyni, xloridlarining bug'laridan volfram, molibden va titanni ajratishga erishildi. Termik parchalanishni ba'zan elektr yoyi yoki uchqunli razryadda ham o'tkazish mumkin. Bu metod yordamida, masalan, SiHCl_3 va SiCl_4 bilan vodorod aralashmasidan monokristall ko'rinishdagi o'ta toza kremniy olindi.

Metallarning karbonillari yetarli darajada oson parchalanadi. Qizdirilganda $\text{Fe}(\text{CO})_5$ (qaynash harorati $105\text{ }^\circ\text{C}$) quyidagi tenglama bo'yicha parchalanadi:

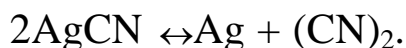


Dastlabki moddaning tozalik darajasiga bog'liq holda shu yo'l bilan olingan temir, qo'shimcha reaksiyalar natijasida hosil bo'ladigan oz miqdordagi C va O qo'shimchalaridan tashqari deyarli toza bo'ladi. Karbonilning parchalanishi temir sirtida $60\text{ }^\circ\text{C}$ da boshlanadi, indifferent devorda metall $140\text{ }^\circ\text{C}$ da ajrala boshlaydi; erkin gaz muhitida temir pentakarbonil faqat $180\text{ }^\circ\text{C}$ dan yuqori haroratda parchalanadi. Silliq devorda metall kuzgu ko'rinishida kompakt shaklda ajraladi, gaz muhitida esa dispers holatdagi metall hosil bo'ladi. Temir oksalatning termik parchalanishidan ham quyidagi reaksiya bo'yicha mayin kukunsimon temirni olish mumkin:



Shunga o'xshash hol nikel karbonil $\text{Ni}(\text{CO})_4$ uchun ham kuzatiladi, uning $180\text{-}200\text{ }^\circ\text{C}$ haroratda parchalanishi natijasida tozalik darajasi yuqori bo'lgan nikel olinadi.

Kumush va simob $400\text{ }^\circ\text{C}$ atrofidagi haroratda tegishli sianidlarni AgCN va $\text{Hg}(\text{CN})_2$ parchalab olinishi mumkin:



Qator metallarni ularning birikmalarini termik parchalash yo'li bilan olish uchun ko'pincha yuqori vakuum qo'llaniladi, chunki ko'pgina hollarda reaksiyalar natijasida oz miqdorda bo'lsa ham uzluksiz ravishda gazlarning ajralishi sodir bo'ladi.

Yuqori vakuumda $275\text{ }^\circ\text{C}$ haroratda NaN_3 ni ehtiyotkorlik bilan parchalab, oz miqdorda juda toza Na olish mumkin.

$\text{Ba}(\text{N}_3)_2$ ni ehtiyotkorlik bilan termik parchalash natijasida nitrid hosil bo'ladi, shuning uchun bariy oksidni alyuminiy bilan $1050\text{ }^\circ\text{C}$ haroratda qaytarish va undan keyin bariyni $1100\text{-}1200\text{ }^\circ\text{C}$ da vakuumda haydash usulidan foydalanilsa, maqsadga muvofiq bo'ladi.

5-MAVZU. METALLMASLARNING UMUMIY OLINISH USULLARI.

Reja:

- 1. Metallmaslarni tuzlarini eritmalarini elektroliz qilib olish.*
- 2. Metallmaslarni kislotalarning eritmalarini elektroliz qilib olish.*
- 3. Metallmaslarni tuzlarini suyuqlanmalarini elektroliz qilib olish.*
- 4. Oksidlanish-qaytarilish muhitida metallmaslar sintezi*

Metallmaslarni olish uchun sintezlarni o'tkazish imkoniyati muhokama etilganda, kerakli metallmaslarni olishga olib keluvchi kimyoviy reaksiyalarning oksidlanish potentsiallari qiymatlariga tayanmoq zarur. Agar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini qo'llash yo'li bilan metallarni olishda qaytaruvchilar qatori ko'rib chiqilgan bo'lsa, unda metallmaslarni olishda reaksiyalarni kutiladigan natijalarga olib keluvchi oksidlovchilar qatorini bilish ahamiyatli hisoblanadi.

Ba'zi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining standart oksidlanish potentsiallari(E°)

Reaksiya	E° , V		
	pH0	pH14	
$F_2 + 2H^+ + 2e^- \leftrightarrow 2HF$	+ 3,03		
$O_3 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow O_2 + H_2O$	+ 2,07	+ 1,24	
$S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightarrow 2SO_4^{2-}$	+ 2,05	—	
$Co^{3+} + e^- \leftrightarrow SO^{2+}$	+ 1,84	—	
$FeO_4^{2-} + 8H^+ + 3e^- \leftrightarrow Fe^{2+} + H_2O$	—	+ 0,9	
$MnO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \leftrightarrow MnO_2 + 2H_2O$	—	+ 0,58	
$Ce(OH)_3^+ + 3H^+ + e^- \leftrightarrow Ce^{3+} + 3H_2O$	1N HClO ₄	+ 1,70	—
	1N HNO ₃	+ 1,62	—
	1N H ₂ SO ₄	+ 1,44	—
	1N HCl	+ 1,82	—
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$	+ 1,77	+ 0,88	
$HbO_3 + 5H^+ + 2e^- \leftrightarrow Bi^{3+} + 3H_2O$	+ 1,7	—	
$MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- \leftrightarrow MnO_2 + 2H_2O$	+ 1,67	—	
$2HClO + 2H^+ + 2e^- \leftrightarrow Cl_2 + 2H_2O$	+ 1,63	—	
$2HBrO + 2H^+ + 2e^- \leftrightarrow Br_2 + 2H_2O$	+ 1,59	—	
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \leftrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	+ 1,52	—	
$BrO_3^- + 6H^+ + 5e^- \rightarrow 1/2Br_2 + 3H_2O$	+ 1,52	—	
$ClO_3^- + 6H^+ + 5e^- \rightarrow 1/2Cl_2 + 3H_2O$	+ 1,47	—	
$PbO_2 + 4H^+ + 2e^- \leftrightarrow Pb^{2+} + 2H_2O$	+ 1,46	+ 0,25	
$Cl_2 + 2e^- \leftrightarrow 2Cl$	+ 1,36		
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \leftrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+ 1,36	+ 0,12	
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \leftrightarrow 2H_2O$	+ 1,23	+ 0,40	
$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \leftrightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	+ 1,23		
$Br_2 + 2e^- \leftrightarrow 2Br^-$	+ 1,07		
$HNO_2 + H^+ + e^- \leftrightarrow NO + H_2O$	+ 0,98	+ 0,46	
$HNO_3 + H^+ + e^- \leftrightarrow NO_2 + H_2O$	+ 0,81		
$I_2 + 2e^- \leftrightarrow 2I^-$	+ 0,62		

8-jadvalda bir qator sistemalar uchun standart oksidlanish potentsiallari keltirilgan. Taqqoslash elektrodi bo'lib, normal bosimda komponentlar aktivligi 1 ga teng bo'lgan suvli eritmaga tushirilgan vodorod elektrodi hisoblanadi.

Jadvaldan ko'rinadiki, galogenidlardan biri - ftor - faqat elektroliz orqali olinishi mumkin. Ftor elementi kislorodni ajratib suvni parchalashi uchun, uning sintezini suyuqlanmada o'tkazish zarur. Lekin shunisi ham borki, ftorning yuqori kimyoviy faolligi jarayon o'tkaziladigan asbob-uskunalarni tez ishdan chiqaradi.

Sintez odatda, aralashmadagi komponentlarning molekulyar nisbatlariga bog'liq holda -50 dan +150 °C gacha bo'lgan haroratda KF-HF aralashmasini elektroliz qilish yo'li bilan o'tkaziladi. Ftor olishda anod sifatida oz miqdorda nikel elektrod qo'llaniladi, u ko'mirli anoddan

farq qilib, uglerod ftoridlardan holi gaz olishga imkon beradi. Shuni ta'kidlash joizki, elektroliz yo'li bilan ftorni olish hech qachon ham xavfsiz hisoblanmaydi, chunki hosil bo'ladigan (H_2+F_2) aralashmasi portlashi mumkin. Bundan tashqari, vodorod ftorid bug'lari nihoyatda zaharli hisoblanadi.

Qolgan barcha galogenlar, shuningdek, vodorod va kislorod tegishli tuzlar, kislotalar va asoslarning (H_2 va O_2 uchun) eritmalarini elektroliz qilib olinishi mumkin. Masalan, vodorod yoki kislorod olish uchun, odatda, 15%-li sulfat kislota eritmasining platinali tunuka elektrodlarida yoki 15%-li o'yuvchi natriy (kaliy) eritmasining nikelli tunuka elektrodlarida elektrolizi o'tkaziladi. Azotdan holi gaz olish uchun elektroliz vakuum ostida o'tkaziladi va sintez o'tkazilgandan so'ng, gaz qo'shimchalarini yo'qotish uchun idish bir necha soatga vakuumda qoldiriladi. Ammo kislota va ishqorlarning parchalanishi ifloslanishga olib keladi. Birinchi holda, sezilarli miqdorda oltingugurt birikmalari, ikkinchi holda ifloslangan ishqorlardagi karbonat ionlarning qaytarilishi hisobiga uglevodorodlar qoldiqlari paydo bo'ladi. Shuning uchun agar tozalik darajasi yuqori bo'lgan gaz olish zarur bo'lsa, bariy gidroksid eritmasini elektroliz qilish qulaydir.

Amalda kislorod saqlamaydigan xlor 23% dan yuqori konsentratsiyali xlorid kislota eritmasini o'rtacha zichlikdagi tok bilan elektroliz qilib olinadi.

Oksidlanish-qaytarilish muhitida metallmaslar sintezi

Galogenidlar (ftordan boshqa), vodorod va kislorodning laboratoriya sharoitida olinishi ko'pincha suvli eritmalaridagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari vositasida amalga oshiriladi, chunki galogenlar, vodorod va kislorod nafaqat anodli oksidlash yo'li bilan, balki boshqa kuchsiz oksidlovchilar ta'sirida ham olinishi mumkin. 9-jadvaldan ko'rinib turibdiki, keltirilgan reaksiyalarning ko'pchiligi molekulyar xlorning xlorid-ionga o'tish reaksiyasiga qaraganda katta oksidlanish-qaytarilish potensialiga ega. Bundan tashqari, shuni nazarda tutish kerakki, jadvalda faqat muvozanatdagi oksidlanish potentsiallari keltirilgan, ya'ni muayyan sharoitlarda muvozanatni siljitish mumkin, va hattoki, oksidlovchi-sistemaning oksidlanish potentsiali oksidlanadigan sistemaning oksidlanish potentsialidan kichik bo'lgan takdirda ham oksidlanish-qaytarilish reaksiyasini muvaffaqiyat bilan oshirib bo'ladi.

Ba'zi moddalar uchun oksid \rightarrow birikma o'tishning ΔG_{298}° qiymatlari
(1 mol oksid uchun kJ da)

Birikma	ΔG_{298}°	Birikma	ΔG_{298}°	Birikma	ΔG_{298}°
Volframatlar					
Ag ₂ WO ₄	- 66,6	BaWO ₄	- 255,2	CaWO ₄	- 166,8
CoWO ₄	- 62,4	MnWO ₄	- 81,7	MgWO ₄	- 90,1
NiWO ₄	- 52,8	PbWO ₄	- 68,7	SrWO ₄	- 214,5
Gidroksidlar					
Al(OH) ₃	- 19,7	Be(OH) ₂	- 0,84	Bi(OH) ₃	+ 39,8
Ca(OH) ₂	- 56,1	Cd(OH) ₂	- 8,8	Ce(OH) ₃	- 117,7
Co(OH) ₂	- 7,5	Cr(OH) ₃	+ 79,2	Fe(OH) ₂	- 6,7
Fe(OH) ₂	+ 24,7	Hg(OH) ₂	+ 0,4	Mg(OH) ₂	- 26,8
Mn(OH) ₂	- 16,8	Ni(OH) ₂	- 10,1	Pb(OH) ₂	27,2
Sn(OH) ₂	- 1,7	Th(OH) ₄	+ 44,4	Zn(OH) ₂	- 0,4
Zr(OH) ₄	+ 29,7				
Karbonatlar					
Ag ₂ CO ₃	- 31,4	BaCO ₃	- 218,7	BeCO ₃	+ 24,3
CaCO ₃	- 130,7	CdCO ₃	- 51,5	CoCO ₃	- 31,0
FeCO ₃	- 41,1	MgCO ₃	- 48,6	MnCO ₃	- 59,9
Li ₂ CO ₃	- 172,6	NiCO ₃	- 6,3	PbCO ₃	- 46,9
SrCO ₃	- 184,4	ZnCO ₃	- 18,8		
Molibdatlar					
Ag ₂ MoO ₄	- 70,8	Ba MoO ₄	- 254,7	CaMoO ₄	- 163,8
CuMoO ₄	- 47,3	FeMoO ₄	- 62,0	MgMoO ₄	- 54,5
MnMoO ₄	- 59,9	PbMoO ₄	- 93,0		
SrMoO ₄	- 212,8	SnMoO ₄	- 22,2		
Nitratlar					
AgNO ₃	- 23,0	Ba (NO ₃) ₂	- 272,3	Ca(NO ₃) ₂	- 138,3
Mn(NO ₃) ₂	- 16,8	Sr(NO ₃) ₂	- 213,7		
Silikatlar					
Ba ₂ SiO ₄	- 268,6	Be ₂ SiO ₄	- 17,6	Ca ₂ SiO ₄	- 129,0
Fe ₂ SiO ₄	- 36,9	Mg ₂ SiO ₄	- 58,2	Mn ₂ SiO ₄	- 49,9
Ni ₂ SiO ₄	- 37,3	Pb ₂ SiO ₄	- 20,5	Sr ₂ SiO ₄	- 210,7
Zn ₂ SiO ₄	- 29,7	Zn ₂ SiO ₄	+ 19,2	BaSiO ₃	- 158,8
CaSiO ₃	- 89,7	CdSiO ₃	- 20,5	MnSiO ₃	- 21,4
PbSiO ₃	- 18,0	SrSiO ₃	- 131,1		

Sulfatlar					
Ag ₂ SO ₄	- 253,9	Al ₂ (SO ₄) ₃	- 404,8	BaSO ₄	- 466,0
BeSO ₄	- 144,6	CaSO ₄	- 347,4	CdSO ₄	- 223,3
CoSO ₄	- 198,2	CuSO ₄	- 163,0	FeSO ₄	- 204,5
Fe ₂ (SO ₄) ₃	- 391,8	Li ₂ SO ₄	- 388,4	MgSO ₄	- 221,2
MnSO ₄	- 226,6	NiSO ₄		PbSO ₄	- 253,9
Sr SO ₄	- 408,9	ZnSO ₄			

Fosfatlar					
AlPO ₄	- 305,9	BiPO ₄	- 274,0	Ca ₃ (PO ₄) ₂	- 711,0
CePO ₄	- 533,8	FePO ₄	- 279,9	Mg(PO ₄) ₂	- 492,7

Xromatlar					
Ag ₂ CrO ₄	- 118,6	BaCrO ₄	- 310,5	CuCrO ₄	- 54,0
PbCrO ₄	- 124,0	SrCrO ₄	- 240,0		

Xususan, reaksiya natijasida hosil bo'ladigan gazni yo'qotgan holda muvozanatni siljitish mumkin. Bu jihatdan reaksiya mahsulotlari qiyinchilik bilan chiqariladigan reaksiyalarga nisbatan gazsimon metallmaslar olinadigan reaksiyalar o'zining qulay tomonlari bilan farq qiladi. Shuning uchun $MnO_2 + 4H^+ + 2e \leftrightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$ sistemasining oksidlanish-qaytarilish potentsiali $Cl_2 + 2e \leftrightarrow 2Cl^-$ sistemasining potentsialidan kichik bo'lishiga qaramasdan, xlorni olish imkoniyati mavjud.

Oksidlanish reaksiyasi natijasida yuqori oksidlanish darajasidagi (masalan, xlarning Cl^+ , Cl^{3+} va hokazo) reaksiya mahsulotlari hosil bo'lmasligi va olinadigan mahsulot bu moddalar bilan ifloslanmasligi uchun galogenlarni olishda «qattiq» bo'lmagan oksidlovchilardan foydalanish maqsadga muvofiqdir ($2HClO + 2H^+ + 2e = Cl_2 + 2H_2O$ reaksiya uchun $E^\circ = +1,63$ V; $2HBrO + 2H^+ + 2e = Br_2 + 2H_2O$ reaksiya uchun $E^\circ = +1,59$ V). Yod uchun bu yanada ko'proq tegishlidir (chunki $IO_3^- + 6H^+ + 5e = 1/2I_2 + 3H_2O$ reaksiya uchun $E^\circ = +1,19$ V).

Shuningdek, xalq xo'jaligi uchun katta ahamiyatga ega bo'lgan bor va kremniyning ham asosiy olinish usullarini keltirish maqsadga muvofiq deb o'ylaymiz. Bu metallmaslar bir qator umumiy (diagonal o'xshashlik deb nomlanuvchi) kimyoviy va fizikaviy xossalarga ega bo'lgani uchun, ularning olinish usullari ham ko'pincha bir-biriga o'xshash bo'ladi. Qoida bo'yicha bor va kremniy quyidagi metodlar bilan olinadi:

- a) yuqori haroratlarda oksidlarini qaytarish;
- b) boranlar va silanlarni termik parchalash;
- s) yuqori haroratlarda galogenidlarni qaytarish

Umuman olganda, sintezni amalga oshirishda a) va b) metodlar

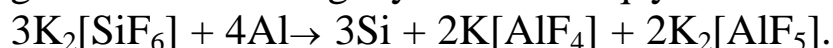
ko'pgina o'xshashliklarga ega bo'ladi, lekin bir qator jiddiy farq qiluvchi xossalarning mavjud bo'lishi ularni alohida ko'rib chiqishga majbur qiladi.

Metallmaslarni ularni oksidlaridan olish uchun turli qaytaruvchilarni (maslan, alyuminiy va magniy, ishqoriy metallarni) qo'llagan holda, toza kremniy yoki borni amalda olib bo'lmaydi. Chunki sintez o'tkaziladigan yuqori haroratlarda elementar bor va kremniy yuqori kimyoviy faollikka ega bo'lib, ko'pchilik metallar bilan tegishli boridlar va silisidlarni, uglerod bilan karbidlarni va hokazolarni hosil qiladi. Bundan tashqari, bor yuqori haroratlarda azot bilan birikib, barqaror bor nitrid BN hosil qiladi (8- jadvalga qarang).

Qurilmasi bir muncha murakkab, lekin toza kremniy va bor olishga imkon beruvchi metod boranlar va silanlarni termik parchalash hisoblanadi. Metodning mohiyati quyidagidan iborat: bor va kremniyning uchuvchan gidridlari qizdirilgan nay orqali o'tkazilganda, ular parchalanadi. Yuqori suyuqlanish haroratiga (tegishlicha ~2300 va 1400 °C) ega bo'lgan bor va kremniy nayning ichki devoriga cho'kadi. Lekin, kislorod ta'sirida gidridlarning o'z-o'zidan alanganishi va reaksiya unumining nisbatan kichik bo'lishi bu metodning ahamiyatini pasaytiradi.

Bor va kremniy olishda eng qulay metod galogenidlarni qaytarish hisoblanadi. Bu maqsad uchun odatda oson olinadigan hamda hosil bo'lish AG_{298} qiymatlari (oksidlarga qaraganda) nisbatan kichik bo'lgan xloridlardan foydalaniladi. Lekin bu holda ham turli metallar bilan qaytarish usuli toza mahsulot olishga imkon bermaydi. Shu sababli borni toza holda olish uchun bor trigalogenidni (BCl_3) vodorod bilan qaytarish va uni volfram elektrodleri orasidagi yuqori chastotali razryadda termik parchalash metodlari birlashtiriladi. Shuningdek, vakuumda cho'g'lantirilgan volfram tolasida termik parchalash metodi ham qo'llanilishi mumkin.

Kremniyning nisbatan past suyuqlanish harorati uni yuqorida ta'riflangan metodlar bilan olishga imkon bermaydi, shuning uchun kremniy olishning mavjud metodlaridan eng yaxshisi kaliy geksaftorsilikatning alyumotermik qaytarilishi hisoblanadi:



Muhokama etilgan metodlar boshqa metallmaslar uchun keng qo'llanil maydi, chunki ularning sintezini yanada arzon va qulay usullar bilan o'tkazish mumkin.

6-MAVZU. METALLAR VA METALLMASLAR OKSIDLARINING SINTEZI.

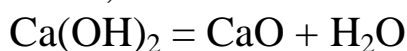
Reja:

- 1. Metall oksidlarni ularning birikmalarini termik parchalab olish.*
- 2. Metallmas oksidlarni ularning birikmalarini termik parchalab olish.*
- 3. Quyi va oraliq oksidlarning olinishi*

Oksidlarni olish uchun ba'zi kislorod saqlovchi tuzlar va kislotalar, shuningdek, gidroksidlarni termik parchalash metodi keng qo'llaniladi. Birikmalarning parchalanish imkoniyatlari ΔG_{298} qiymatlarning farqi bilan belgilanishini inobatga olgan holda, misol sifatida ba'zi kislorod saqlovchi birikmalarning hosil bo'lish ΔG_{298} kattaliklarini keltiramiz, ularni oksidlarning hosil bo'lish ΔG_{298} lari bilan solishtiramiz va termik parchalash yo'li bilan oksidlar sintezi uchun metallar va metallmaslarning kislorod saqlovchi birikmalaridan qaysi biri yaroqli ekanligini aniqlashga harakat qilamiz.

Oldingi mavzularda aytib o'tganimizdek, ΔG_{298} - bu muvozanatdagi standart izobar-izotermik potentsialdir, demak, reaksiyani amalga oshirish imkoniyatlariga gazsimon reaksiya mahsulotining hosil bo'lishi yoki yo'qotilishi kuchli ta'sir ko'rsatadi. Ko'rib chiqiladigan reaksiyalarda gazsimon mahsulotlarning hosil bo'lishi ehtimoldan holi emasligini nazarda tutsak, bu juda muhim hisoblanadi. 9- jadvalda qator reaksiyalar uchun $\Sigma \Delta G_{298}^0(\text{oksid}) - \Delta G_{298}^0(\text{birikma})$ farqlarining qiymatlari keltirilgan (ba'zi hollarda, agar birikmadan oksidga o'tishga ΔG_{298} katta musbat qiymatga yoki teskari jarayonda katta manfiy qiymatga ega bo'lsa, ular taxminiy keltirilgan). Jadvaldan ko'rinadiki, jarayonlarning termodinamik xarakteristikalariga muvofiq, metallar oksidlarini olish uchun ularning gidroksidlari, karbonatlari, nitratlari va ba'zi silikatlar yaroqli hisoblanadi.

Ma'lumki, gidroksidlar, karbonatlar, nitratlar va ba'zi silikatlarning parchalanishi natijasida gazsimon mahsulotlar hosil bo'lib, ular entropiyaning ortishi hisobiga jarayonning yuqori haroratda borishiga sharoit yaratib beradi. Masalan,



reaksiyasi uchun termodinamik kattaliklarning o'zgarishi quyidagi

qiymatlarga ega:

$$\Delta H_{298}^{\circ} = +108,9 \text{ kJ}; \Delta S_{298}^{\circ} = 142,5 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K}); T\Delta S_{298}^{\circ} = +41,9 \text{ kJ}.$$

Xuddi shunga o'xshash hol



reaksiyasi uchun ham kuzatiladi, bunda $\Delta H_{298}^{\circ} = +176 \text{ kJ}$;
 $\Delta S_{298}^{\circ} = +163 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$; $T\Delta S_{298}^{\circ} = +53 \text{ kJ}$.

Keltirilgan misollardan shunday xulosaga kelish mumkin: parchalanish reaksiyasi kuchli endotermik reaksiya bo'lishiga qaramasdan, sintezni yuqori haroratlarda bemalol o'tkazib bo'ladi. Darhaqiqat, kalsiy gidroksidni parchalash uchun harorat taxminan 3 marta ko'paytirilsa, yetarli bo'ladi. ΔH ning o'zgarmas qiymatida va harorat ko'tarilganda entropiyaning ortishini inobatga olmagan holda 900 K harorat uchun $T\Delta S_{900}^{\circ} = +126 \text{ kJ}$ ni olamiz. Unda $\Delta G_{900} = \Delta H_{900} - T\Delta S_{900}^{\circ} = 109 \text{ kJ} - 126 \text{ kJ} = -17 \text{ kJ}$. Binobarin, bu jarayon termodinamik jihatdan amalga oshadi. Xuddi shunday fikrlarni kalsiy karbonatning parchalanishi uchun ham aytish mumkin. Lekin buning uchun haroratni 4 marta oshirishga to'g'ri keladi.

Agar harorat ko'tarilganda entropiyaning ortishi ham hisobga olinsa, bu vaziyat yanada yaqqol namoyon bo'ladi.

Oldin ta'kidlab o'tganimizdek, ba'zi silikatlarining parchalanish reaksiyalari ham ΔG_{298} ning kichik musbat qiymatlari bilan xarakterlanadi (9-jadvalga qarang). Bunday holda reaksiya mahsulotlari sifatida, hattoki, yuqori haroratlarda ham qattiq moddalar (metall va kremniy oksidlari) hosil bo'ladi.

Kadmiy metasilikatning ($\Delta G_{298} = +20,5 \text{ kJ}$) kadmiy va kremniy oksidga parchalanish reaksiyasi



uchun termodinamik kattaliklarning o'zgarishi quyidagi qiymatlarga ega bo'ladi: $\Delta H_{298}^{\circ} = +21,0 \text{ kJ}$; $\Delta S_{298}^{\circ} = +0,4 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$; $T\Delta S_{298}^{\circ} = 0,126 \text{ kJ}$. Bu xarakterisikalarning o'zgarishidan ko'rinadiki, reaksiyaning termodinamik jihatdan borishi uchun harorat taxminan 200 marta oshirilishi kerak. Ayonki, bunday jarayonni amalga oshirib bo'lmaydi.

Reaksiya natijasida gazsimon mahsulotlar beradigan tuzlarni parchalab oksidlarning olinishi yana boshqa bir muhim ustunlikka ega, ya'ni reaksiya zonasidan gazsimon mahsulotlarni chiqarish imkoniyati

mavjud bo'ladi, va binobarin, muvozanatni metall oksidlari hosil bo'lish tomoniga siljitish uchun sharoit yaratiladi.

Nitratlarning parchalanishidan odatda og'ir metallar (ayniqsa *d*-metallar) oksidlarini olishda foydalaniladi. Karbonatlarning parchalanishidan magniy, rux, kadmiy, mis, kalsiy, bariy, kobalt, nikel va qo'rg'oshin kabi metallarning oksidlari olinadi. Boshqa ko'pchilik kislotalarning tuzlaridan oksidlarni olish ancha qiyin hisoblanadi, chunki ularning ko'pchiligi juda yuqori haroratlarda parchalanadi.

Muayyan oksidlanish holatida kislotalarni hosil qiluvchi *d*-elementlarning (molibden, volfram, vanadiy, niobiy, tantal va boshqalarning) oksidlarini olish uchun ko'pincha ularning ammoniyli yoki simobli tuzlarining parchalanishi qo'llaniladi. Nihoyat, oksidlarni olishda ba'zi kislotalar va ularning gidratlangan shakllaridan ham foydalaniladi. Bunday birikmalarni qattiq qizdirish yo'li bilan yodat, molibdat, volframat, tellurat, vanadat, niobat, tantalat, silikat va borat anhidridlarni, mishyak va surmaning penta- va trioksidlarini, selen va qalayning dioksidlarini, tellurning dioksid va trioksidlarini tayyorlash mumkin.

Quyi va oraliq oksidlarning olinishi

Quyi va oraliq oksidlar odatda quyidagi metodlar bilan olinadi:

- 1) elementni yoki quyiroq oksidni yuqori haroratda tegishli oksidlovchilar bilan oksidlash;
- 2) yuqori oksidni yuqori haroratda vodorod yoki uglerod monooksid bilan qaytarish;
- 3) metall oksidni shu oksid tarkibiga kirgan metall bilan qaytarish.

Oksidlarni olish imkoniyati vujudga kelganda berilgan oksidning hosil bo'lish izobar-termik potensialiga hamda shu elementning hosil qilgan boshqa oksidlarining barqarorligiga e'tibor qaratish kerak. Agar oksidlarning termodinamik xarakterisikalari bir-biridan kam farq qilsa, unda bunday oksidning sintezi qiyinchiliklarga olib kelishi mumkin. Termodinamik xarakterisikalar bir-biridan katta farq qilgan taqdirdagina reaksiyalarni kerakli yo'nalishda amalga oshirish mumkin.

Bundan tashqari, yuqori haroratlarda olinadigan quyi va oraliq oksidlar faqat muayyan oksidlanish-qaytarishli muhitda mavjud bo'ladi. Bunday hollarda komponentlardan biri oksidlovchi, ikkinchisi qaytaruvchi bo'lgan «bufer» aralashmalardan foydalanish mumkin. Bunday gazlar aralashmasiga birinchi navbatda CO va CO₂, shuningdek vodorod va suv bug'i aralashmalari misol bo'la oladi. Komponentlarning miqdoriy nisbatlariga bog'liq holda aralashmalarda oksidlovchilik yoki

qaytaruvchilik xossalari ustun turishi mumkin.

Muvozanat sharoitiga asosan gazlar aralashmasining tarkibi, konsentrationining muayyan intervalida saqlangan hollardagina berilgan tarkibli oksidni olish mumkin. Quyi oksidlarning hosil bo'lish sharoitlari qanchalik qattiq bo'lishini ko'rish uchun quyidagi misollarga murojaat qilamiz.

Molibden trioksidga 450 °C da vodorod ta'sir ettirilganda molibden dioksid, 470 °C dan yuqori haroratda esa metallning o'zi hosil bo'ladi.

Temir (III)-oksidni H_2+H_2O aralashmasi bilan qaytarib, temir (II)-oksid olinganda u 820-830 °C da barqaror bo'ladi va vodorodning aralashmadagi miqdori 26% ni tashkil etadi. Aralashmadagi vodorodning miqdori oshirilganda temir (II)-oksid metallgacha qaytariladi. Agar aralashma tarkibida suv bug'ining miqdori oshirilsa, temir (III)-oksid hosil bo'ladi.

Ko'pchilik quyi oksidlar - Ti_2O_3 , Zr_2O_3 , VO , V_2O_3 , MnO_2 , Mo_2O_5 , WO_2 , W_2O_5 va boshqalar yuqori haroratda vakuumda yoki inert gaz atmosferasida yuqori oksidlarga metallar ta'sir ettirib olinadi.

7-MAVZU. METALLAR VA METALLMASLAR GALOGENIDLARINING SINTEZI.

Reja:

- 1. Metallarga galogenlar ta'sir ettirib galogenidlarni olish.*
- 2. Metallmaslarga galogenlar ta'sir ettirib galogenidlarni olish.*
- 3. Oksidlarga galogenlar ta'sir ettirib galogenidlarni olish.*
- 4. Quyi galogenidlarning olinishi.*

Suvsiz galogenidlarni sintez qilish uchun oddiy modda bilan galogenning bevosita o'zaro ta'siridan foydalanish mumkin. Ko'pgina hollarda galogenidlarning olinishi metallar yoki metallmaslarga gazsimon galogen ta'siri bilan amalga oshiriladi. Shuning uchun sintezni o'tkazishda oldin tavsiflab o'tilgan qattiq modda-gaz o'zaro ta'sirining hamma kinetik qonuniyatlarini e'tiborga olish kerak.

Ma'lumki, galogenlar orasida fluor eng faol hisoblanadi. Shunga qaramasdan elementar fluor ko'pgina metallar bilan dastlab sekin reaksiyaga kirishadi, keyinchalik reaksiya shunchalik ko'p miqdordagi issiqlik ajralishi bilan boradiki, bu ma'sulotlarning suyuqlanishi, yonishi yoki sachrash oqibatida reaksiyaning to'liq tugallanishiga halaqit beradi. Shuning uchun oddiy moddalardan fluoridlar sintezi faqat yuqori oksidlanish darajasiga ega bo'lgan metall va metallmasning fluoridlarini

olish kerak bo'lganda o'tkaziladi. Biroq bu holda ham quyi valentli ftoridlar yoki boshqa galogenidlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Ba'zan erkin galogen o'rniga marganest (III), steriy (III), kobalt (III), va kumush ftoridlari, shuningdek, yod geptaftorid, yod yoki brom trixloridlari kabi birikmalarni muvaffaqiyat bilan qo'llash mumkin.

Elementlar bilan xlorning bevosita o'zaro ta'siri keng ishlatilmaydi. Reaksiyaning bu ko'rinishi asosan termik dissotsilanishga, ya'ni xlor ajratishga moyil bo'lgan metallar va metallmaslarning galogenidlarini olish uchun foydalaniladi. Toza, oksixloridlardan ozod preparatlarni faqat sistemada suv yoki kislorodning asari ham bo'lmaganda olish mumkin. Metallmaslar bilan boradigan bir qator reaksiyalarda hosil bo'ladigan mahsulot nisbatan past haroratlarda suyuqlanadi, shu sababli bundan keyingi o'zaro ta'sir kinetik parametrlari yangi sistemaga tegishli bo'lgan suyuq fazada amalga oshadi.

Bromidlar va yodidlar sintezi uchun, metallarning brom va yod bilan o'zaro ta'siri keng qo'llaniladi, chunki bromidlarni olishda boshqa moddalarni (masalan oksidlarni) galogenlash usuli ancha qiyinchiliklarga olib keladi, yodidlar uchun esa uni umuman qo'llab bo'lmaydi.

Elementlarni bromlash yoki yodlash reaksiyasini o'tkazish qurilmasining jihozlanishi murakkab emas, shu bilan birga sintezni o'tkazishning bir necha yo'lini ko'rsatish mumkin. Qoidaga muvofiq sal qizdirilib turiladigan barbatorda azot yoki uglerod dioksid oqimida brom bug'lantiriladi va so'ng tegishli haroratda mavjud bo'lgan modda usidan yuboriladi. Agar reaksiya harorati yetarlicha past saqlanadigan bo'lsa, suyuq holatdagi bromdan foydalanish mumkin.

Bromga o'xshash yod ham qizdirilganda azot yoki uglerod dioksid oqimi bilan aralashtiriladi va reaksiyaga kiritiladi. Ko'pgina yodidlarni kukunsimon metall bilan to'ldirilgan idishga oz-ozdan yod kiritib yoki elementlar bilan yodni ezib va birikmani haydash haroratigacha qizdirib olish mumkin.

Yod yoki brom bilan o'tkaziladigan reaksiyalarda, shuningdek, organik indifferent erituvchilardan ham foydalaniladi. Olingan galogenid organik erituvchida eruvchan va undan kristallab olinishi mumkin bo'lgan hollarda reaksiyalar yaxshi boradi.

Oksidlarga galogenlar ta'sir ettirib galogenidlarni olish

Qattiq modda bilan gaz orasidagi o'zaro ta'sirlanishning termodinamik va kinetik qonuniyatlarini oldingi mavzularda ko'rib chiqqan edik, shu sababli ularga maxsus to'xtalib o'tmaymiz. Faqat shuni ta'kidlash joizki, reaksiyaning borish imkoniyati sistemadagi izobar-izotermik

potensialning o'zgarishi bilan belgilanadi, ya'ni

$$\Delta G_g - \Delta G_o = \Delta G_{g-o}$$

bunda g - galogenid, o - oksid. Agar $\Delta G_{g-o} < 0$ bo'lsa, reaksiya boradi, agar $\Delta G > 0$ bo'lsa, unda sintezni amalga oshirib bo'lmaydi.

10-jadvalda ba'zi metallar uchun xlorid-oksid o'tishning ΔG_{298} bo'yicha ma'lumotlari keltirilgan. Jadvaldan ko'rinadiki, Na dan Mg gacha bo'lgan bir qator elementlar xloridlari 25°C da oksidlariga nisbatan barqaror bo'ladi, haqiqatdan ham, ishqoriy-yer va ba'zi metallarning oksidlari xlor ta'sirida xloridlarga oson o'tadi, teskari jarayonni esa amalda o'tkazib bo'lmaydi.

Jadvaldagi magniy oksiddan keyin joylashgan oksidlar ancha qiyinchilik bilan xlorlanadi. Zr, Ti, Al, B, Si va Be oksidlari esa faqat kislorod tortib oluvchi agentlar ishtirokida xlorlanib, ular muvozanatning xloridlar hosil bo'lish tomoniga siljishini osonlashtiradi.

10 - j a d v a l

Ba'zi metallar uchun xlorid - oksid o'tishining ΔG^0_{298} qiymatlari

Oksid	ΔG^0_{298}	Oksid	ΔG^0_{298}	Oksid	ΔG^0_{298}
Na ₂ O	- 184,8	FeO	- 26,8	As ₂ O ₃	+ 25,1
BaO	- 140,8	NiO	- 24,3	SnO ₂	+ 23,9
SrO	- 108,9	ZnO	- 24,3	SrO ₂	+ 39,8
Ag ₂ O	- 100,6	SnO	- 21,8	TiO ₂	+ 52,8
CaO	- 70,0	CuO	- 20,1	Al ₂ O ₃	+ 59,5
PbO	- 60,8	Bi ₂ O ₃	- 18,4	B ₂ O ₃	+ 70,8
CdO	- 58,7	MgO	- 10,0	SiO ₂	+ 71,6
Cu ₂ O	- 38,1	GeO ₂	+ 11,3	BeO	+ 77,9
MnO	- 38,7	Co ₂ O ₃	+ 16,8		
CoO	- 30,6	Fe ₂ O ₃	+ 16,8		

Turli haroratlarda izotermik-izobar muvozanatlarning tahlili shuni ko'rsatdiki, haroratning ko'tarilishi bilan gaz fazadagi kislorodning muvozanat konsentrasiyasi kamayadi. Bu esa haroratning ko'tarilishi bilan oksidlarning xlorlanish moyilligi kamayishini ko'rsatadi. Demak, xlorlash yuqori haroratda o'tkazilsa, maqsadga muvofiq hisoblanadi. Shu sababli har bir holat uchun shunday sharoit tanlanadiki, ular termodinamik va kinetik nuqtai nazardan afzal, ya'ni ham muvozanat konstantasi, ham reaksiya tezligi bir-biriga muvofiq bo'lishi kerak.

11 - j a d v a l

Qaytaruvchi ishtirokida va qaytaruvchisiz xlorlanish haroratlari

Oksid	$t_{xb}, ^\circ C$		Oksid	$t_{xl}, ^\circ C$	
	Ko'mirsiz	Ko'mir bilan		Ko'mirsiz	Ko'mir bilan
SiO ₂	—	850	WO ₃	600	400
Al ₂ O ₃	850	700	MoO ₃	400	250
Fe ₂ O ₃	520	500	NiO	400	250
Cr ₂ O ₃	600	500	CoO	300	200

Barqaror oksidlar, ta'kidlab o'tganimizdek, kislorod tortib oluvchi agentlar ishtirokida xlorlanadi, ular orasida eng keng tarqalgani ko'mir hisoblanadi. Qaytaruvchining qo'llanilishi nafaqat muvozanatni xloridlar hosil bo'lish tomoniga siljitadi, balki xlorlanish haroratini (t_{xl}) ham kamaytiradi. Xlorlanish harorati deganda, olingan oksidning 1 foizi 1 soat davomida xlorga aylanadigan harorat tushuniladi. Misol sifatida 11-jadval ma'lumotlarini keltirish mumkin.

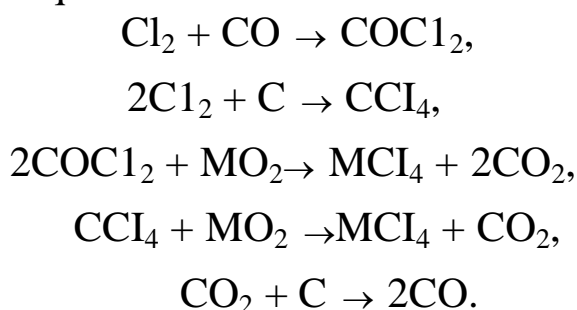
Umuman olganda, xlorlanishning boshlang'ich harorati oksid hosil qiluvchi elementning Davriy sistemadagi o'rni hamda metall ionining tuzilishiga bog'liq bo'ladi (12-jadval). Ionlari 8 elektronli qobiqqa ega bo'lgan qo'shimcha gruppada elementlarning tartib raqami ortishi bilan xlorlanish harorati ham ko'tariladi. Ionlari 18 elektronli qobiqqa ega bo'lgan bosh gruppada elementlari uchun esa aksincha, tartib raqam ortishi bilan xlorlanish harorati kamayadi.

12- j a d v a l. Ba'zi metall oksidlarining ion radiuslari va xlorlanishning boshlang'ich harorati ($t_{xl}, ^\circ C$) orasidagi bog'liqlik

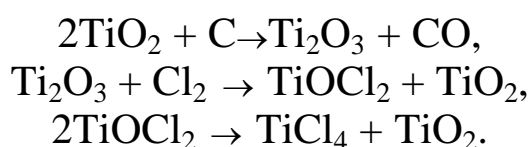
Ion	Ion radiusi, $1 \cdot 10^{-10} m$	$t_{xb}, ^\circ C$	Ion	Ion radiusi, $1 \cdot 10^{-10} m$	$t_{xl}, ^\circ C$
II gruppada			III gruppada		
Be ²⁺	0,31	1100	B ³⁺	0,20	900
Mg ²⁺	0,65	500	Al ³⁺	0,50	800
Ca ²⁺	0,99	500	IV gruppada		
Sr ²⁺	1,13	100	Ti ⁴⁺	0,68	850
Ba ²⁺	1,52	100	Zn ⁴⁺	0,80	1000
Zn ²⁺	0,74	350	Si ⁴⁺	0,41	950
Cd ²⁺	0,97	250			

Hg ²⁺	1,10	20			
------------------	------	----	--	--	--

Ko'mir ishtirokida oksidlarni xlorlash jarayonining kinetikasi hali yetarlicha o'rganilmagan, lekin ba'zi adabiyotlar ma'lumotlari bo'yicha quyidagi xulosalarga kelish mumkin. Ko'mirga adsorbilangan xlor uglerod bilan uglerodning xloridlari tipidagi yuqori haroratlarda beqaror birikmalar hosil qiladi. Oksidning qaytarilishi natijasida hosil bo'ladigan xlor uglerod oksid bilan o'zaro ta'sirlashganda esa, boshqa ko'rinishdagi birikmani, masalan, fosgeni COCl₂ hosil qiladi. Ma'lumki, uglerodning xloridlari va fosgen samarali xlorlovchi agent hisoblanadi. Unda xlorlash jarayoni bir necha bosqichlardan iborat bo'lishi mumkin:



Yuqori haroratlarda xlorlash jarayoniga katalizatorlik qiluvchi beqaror oraliq birikmalar hosil bo'lishi mumkin. Uglerod ishtirokida TiO₂ ning xlorlanish mexanizmi variantlaridan birini quyidagi sxema bilan ifodalash mumkin:



Sharoitga va modda tabiatiga bog'liq holda xlorlash mexanizmi, ehtimol, bir vaqtning o'zida reaksiyaning turli yo'nalish bo'yicha borishini nazarda tutadi. Xlorlanish darajasi xlorning va reaksiyaning oraliq maxsulotlari faolligiga bog'liq. Agar molekulyar xlorning atomlarga parchalanishi 2000 °C da 0,5 dissotsilanish darajasiga teng bo'lsa, unda fosgenning, masalan, COCl₂ → CO + 2Cl reaksiya bo'yicha dissotsilanishi ancha oson kechadi. Buni quyida keltirilgan ma'lumotlardan ko'rish mumkin:

<i>t</i> , °C	300	400	500	800
<i>α</i>	0,04	0,20	0,55	1,00

Shuni e'tiborga olish kerakki, ko'mir ishtirokida xlorlash reaksiyasi tugagandan so'ng qisman ortiqcha ko'mir qoladi. Shuning uchun qaytaruvchi sifatida ko'mirning ishlatilishi, ko'mirdan haydash bilan oson ajratiladigan xlorid olinadigan reaksiyalar bilan chegaralanadi. Bunday turdagi reaksiyalar hozirdagi vaqtda sanoatda qo'llaniladi («qaynovchi

qavat» metodi).

Ko'pincha kislorodni bog'lash uchun ko'mir o'rnida gazsimon yoki oson bug'lanuvchan moddalardan foydalaniladi. Asosan CCl_4 , C_3Cl_8 , C_2Cl_4 , S_2Cl_2 , SOCl_2 , COCl_2 , HCl va boshqalar ishlatiladi. Hosil bo'ladigan galogenidni dastlabki va reaksiya mahsulotlaridan qanchalik oson ajratib olinishiga tayangan holda qaytaruvchini tanlash kerak. Masalan, CCl_4 dan CO , CO_2 , COCl_2 , Cl_2 , C_2Cl_6 ; S_2Cl_2 dan SO_2 , SOCl_2 , SO_2Cl_2 ; COCl_2 dan CCl_4 , CO , CO_2 ; HCl dan H_2O , Cl_2 va hokazolar hosil bo'lishi mumkin. Boshqa hollar kabi bu yerda ham reaksiya mahsulotlari bilan muvozanat qaror topadi. Aralashmadagi reaksiya mahsulotining miqdoriga bog'liq holda muayyan sharoitda reaksiya borishi yoki oksigalogenid hosil bo'lishi mumkin.

Quyida galogenidlarning olinishi

Metallar, oksidlar yoki boshqa birikmalar bilan galogenlarning ta'siri, qoidaga muvofiq, yuqori oksidlarning hosil bo'lishiga olib keladi. Elementning quyi oksidlanish darajasiga ega bo'lgan holatdagi galogenidlar olinishi esa asosan yuqori galogenidlarning qaytarilishi bilan amalga oshiriladi.

Qattiq moda-gaz chegara sirtida o'tkaziladigan sintezda qator ustunliklarga ega bo'lgan vodorod eng keng qo'llaniladigan qaytaruvchi hisoblanadi. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan yengil uchuvchan vodorod galogenidni reaksiya sferasidan vodorod oqimida chiqarilishini shunday ustunliklardan biri deb hisoblash mumkin. Dastlabki va oxirgi mahsulotlar tajriba haroratida juda kichik bug' bosimiga ega bo'lgan hollarda sintezni oddiy o'tkazish mumkin. Biroq, bunday sharoitda reaksiyani o'tkazishda harorat rejimini qattiq nazorat qilish zarur, chunki qaytarilish keragidan chuqurroq borishi mumkin. Uchuvchan galogenidlarning qaytarilishini odatda bevosita gaz fazada o'tkazish, ya'ni galogenid bug'lari va vodorod aralashmasini muayyan haroratgacha qizdirilgan nay orqali yuborish tavsiya etiladi. Bunda olinadigan quyi galogenid sovutilgan nayning ichki devorida cho'kadi yoki maxsus yig'gichda yig'iladi.

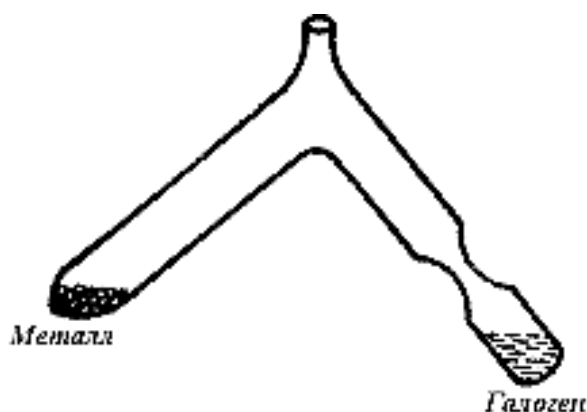
Sintezni amalga oshirishda shuni e'tiborga olish kerakki, ba'zi ko'p valentli elementlarning xloridlari oraliq xloridlar hosil qilish bilan bosqichli qaytariladi. Oraliq xloridlar vodorod bug'larining (muvozanatdagi bosimga nisbatan) katta bosimini va yuqori haroratni talab qilgan holda katta qiyinchilik bilan qaytariladi. Shuningdek, gidridlarning hosil bo'lish imkoniyatini ham e'tibordan chetda qoldirmaslik zarur.

Quyi galogenidlar olishning yaxshi metodi galogenid tarkibiga kirgan metall bilan uni qaytarish hisoblanadi. Bu reaksiyani qattiq modda-gaz (masalan, cho'g'lantirilgan metallning xloridi) sistemasida, shuningdek, reaksiya tezligini oshiruvchi erituvchilar ishtirokida ham o'tkazish mumkin

Biroq quyi oksidlangan holatdagi metall galogenidlarining ko'pchilik birikmalarini odatdagi molekulyar erituvchilar ishtirokida amalda olib bo'lmaydi. Ba'zi birikmalar, hatto, kuchsiz asosli erituvchilar ishtirokida darhol disproporsiyalanadi, boshqalari esa erituvchilarni qaytaradi.

Ko'pincha erituvchi sifatida suyuqlantirilgan tuzlar ishlatish foydali bo'ladi; bunday eritmalar barqaror bo'lib, ularda tezda muvozanat qaror topadi. Qiziqtiradigan metallning yuqori oksidlangan holatdagi galogenidi ishlatilganda yaxshi sharoitlar yaratiladi. Bu holda reaksiya $MX_n - MX_{n-u}$ sistemasining suyuqlanmasida boradi. Reaksiyaning yuqori tezligiga faqat metall miqdori ortiqcha bo'lgan toza MX_n eritmasida erishish mumkin, bunda fazali nisbatlarga bog'liq holda suyuq yoki qattiq holatdagi toza MX_{n-u} hosil bo'lguncha reaksiya davom etadi.

Xloridlardan farqli o'laroq, quyi bromidlar va yodidlar sintezini bevosita elementar holatdagi moddalar bilan o'tkazish mumkin. Buning uchun ko'pincha 23-rasmda ko'rsatilgan oddiy asbob ishlatiladi. Nayning bir uchidagi metall (odatda ortiqcha olinadi) reaksiyani boshlanish haroratigacha qizdiriladi, shu vaqtning o'zida nayning boshqa uchida yetarlicha quyi xaroratda galogen joylashgan bo'lib, u galogen bug'larining past bosimini va reaksiyaning o'rtacha tezligini ta'minlab turadi. Ortiqcha galogen bilan o'tkaziladigan galogenid sintezining bu metodi yordamida nayning botiq joyida sublimatlanadigan mahsulot olinib, u nayning ortiqcha galogen miqdorini saqlagan qismidan ko'chirib olinadi (23-rasm).



23-rasm. Metallarning bromidlari va yodidlarini olish asbobi sxemasi.

So'nggida eslatish kerakki, quyi galogenidlarning qaytarilishga barqarorligi, odatda $Cl^- > Br^- > I^-$ qator bilan ifodlanadi, ya'ni yodidlar -

osonroq, bromidlar - qiyin va xloridlar yanada qiyinroq qaytariladi.

8-MAVZU. GIDRIDLAR SINTEZI

Reja:

1. *Ionli gidridlar va olinishi.*
2. *Metall gidridlar va olinishi.*
3. *Kovalent gidridlar va olinishi.*

Uchuvchan kovalentli molekulalardan tortib, to elektromanfiy vodorodli qattiq kristall birikmalargacha mavjud bo'lgan turli-tuman gidrid birkmalari qaytaruvchilar, yoqilg'ilar, gaz hosil qiluvchilar va boshqa sinf birkmalarining sintezi uchun dastlabki moddalar sifatida juda keng qo'llanilmoqda.

Gidridlarning sintez metodlarini ko'rib chiqishdan oldin, bu birikmalarni tayyorlash uchun muhim bo'lgan gidridlarning ba'zi xossalarni eslatish lozim.

Binar gidridlar bog' xarakteriga ko'ra uchta katta gruppaga bo'linadi: metall kationlari va gidrid-ionni saqlagan ionli yoki tuzsimon gidridlar; vodorod, metall bog'lanish orqali bog'langan metall gidridlar, kovalent gidridlar.

Ionli gidridlarni ishqoriy metallar (litiydan steziygacha), ishqoriy-yer metallar (magniydan bariygacha). Ikki va uch oksidlangan holatdagi lantanoidlar hosil qiladi.

Metall gidridlarni o'zgaruvchan metallar va aktinoidlar hosil qiladi.

Kovalentli gidridlar ikki turdagi birikmalarni o'z ichiga oladi: uchuvchan gidridlar va uchmas polimer birkmalar, bu birikmalar elektron to'yinmagan bog'ga ega. Uchuvchan gidridlarni uglerod gruppachasi elementlari, shuningdek. keyingi bosh gruppachalarning metallar va metallmaslari hosil qiladi.

Elektron-to'yinmagan polimerli gidridlarga yengil uchuvchan gidridlardan bor gidrid hamda berilliy, alyuminiy va galliy gidridlari kiradi.

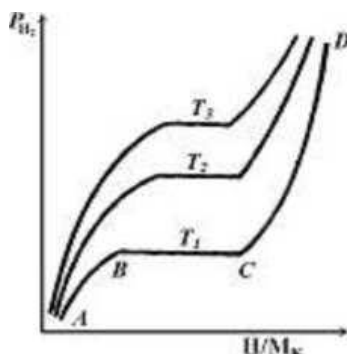
Deyarli barcha ionli gidridlar amalda metall bilan vodorodning bevosita o'zaro ta'siridan olinadi. Barcha gidridlar metall va vodorodga qaytar dissotsilanishi va shu bilan birga metall vodorodning qandaydir miqdorini o'zida erita olgani uchun, har qanday metall-gidrid sistemaning tarkibi shu sistema bilan ta'sirlashadigan vodorodni bosimining

o'zgarishi bilan o'zgaradi. 24-rasmda vodorodning parsial bosimiga (P_{H_2}) qattiq fazadagi vodorod va metall miqdorlari nisbatining bog'liqligini ifodalovchi izotermalar keltirilgan. Izotermalar T_1, T_2 va T_3 haroratlar uchun berilgan bo'lib, bunda $T_1 < T_2 < T_3$.

Har bir izotermadagi (T_1, T_2 yoki T_3) AB kesma vodorodning metallda erishini ifodalaydi. To'yinish nuqtasiga (V nuqta) yetganda gidrid faza hosil bo'ladi. U metall faza bilan birgalikda mavjud bo'lgani uchun ikki fazali sohani ko'rsatuvchi BC kesma paydo bo'ladi. Metall faza C nuqtada yo'qoladi va to'yinmagan vodorodli faza qolib, uning stexiometrik tarkibiga erishish uchun vodorod bosimining tez oshirilishi talab etiladi. Yuqoriroq haroratlarda kesma qisqaradi va stexiometrik tarkibga erishish uchun vodorodning yuqori bosimi zarur bo'ladi. Bosimning haroratga bog'liqligi odatda quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\lg P_{H_2} = -A/T + B,$$

bunda P_{H_2} - vodorod bug'larining bosimi. A va B — konstantalar (13-jadval).



24-rasm. Vodorod bug'i bosimining (P_{H_2}) qattiq fazadagi vodorod va metall miqdorlarini nisbatiga bog'liqligi.

Muayyan bir gidridni olishda kelib chiqadigan qiyinchiliklar quyi haroratdagi sintez bilan reaksiyani yetarli tezlikda otkazish orasida qulay sharoitlarni tanlashdan iboratdir. Ba'zi hollarda stexiometrik tarkibli gidridni faqat vodorodning atmosfera bosimidan yuqori bosimida olish mumkin. Ko'pgina ionli gidridlarni sintez qilishda kelib chiqadigan boshqa bir qiyinchilik shundan iboratki, hosil bo'lgan dastlabki gidrid metallning sirtini zich qavat bilan qoplab, vodorodni ta'sir etishiga to'sqinlik qiladi va reaksiyani kuchli sekinlashtiradi. Bu qiyinchilik faqat

ionli gidridlar uchun xarakterli, chunki ular dastlabki metallarga nisbatan katla zichlikka ega. Gidridagi M-M masofa esa metallardagiga qaraganda kichik bo'ladi (metall gidridlar metallarga nisbatan kichik zichlikka ega, shu sababli sirtidagi gidridli parda darzlar bilan qoplanadi va reaksiyaning borishiga halaqit bermaydi). Ba'zi hollarda gidrid pardasi hosil bo'lishini oldini olish uchun sirt- faol moddalar kiritish yetarli bo'ladi, ba'zan u mexanik aralashtirish bilan buziladi.

13 - j a d v a l

Haroratning turli oralig'lar uchun A va B konstantalar

Gidrid	A	B	Harorat oralig'i	Gidrid	A	B	Harorat oralig'i
LiH	9600	11,227	500-650	CsH	4410	9,25	300-440
	8224	9,926	700-800		5900	11,76	245-378
NaH	6100	11,66	100-325	CaH ₂	9610	7,346	600-780
	5958	10,47	500-600		8890	6,660	780-900
KH	6175	11,69	289-415	SrH ₂ (92,3%)	10400	11,10	—
	5850	11,2	310-480				
	630	11,86	315-415				
RbH	4930	9,51	400-540	BaH ₂ (97%)	4000	6,86	500-1000
	5680	11,80	276-350				

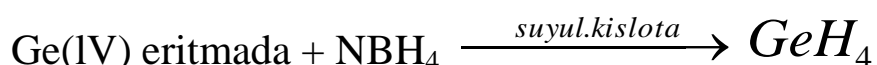
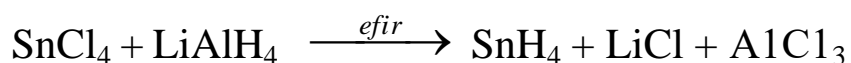
Ionli va metall gidridlar olish uchun odatdagi metod hisoblangan elementlarni bevosita biriktirish yo'li bilan *kovalentli* gidridlarni olib bo'lmaydi. Kovalentli gidridlarni olish uchun asosan uchta metoddan foydalaniladi.

1. Metall bilan faol metall (masalan. kalsiy yoki magniy) qotishmasining kislotali gidrolizi:



Bu metod oddiyliigi, arzonligi va yuqori gidridlar olish imkoniyati bilan farq qiladi. Biroq. bunda umumiy unum taxminan 20% ni tashkil etishi va zanjir uzunligining ortishi bilan yuqori gidridlar unuminmg kamayishi hisobiga bu metod gidridlar olishning keyingi ikki usul bilan almashtiriladi.

2. Metall galogenidi yoki boshqa binkmasini faol yoki kompleks gidrid, ayniqsa, LiAlH₄ yoki NaBH₄ bilan qaytarish, masalan:



Bu metod eng ko'p foydalanilgan metodlardan biri hisoblanadi. Litiy alyumogidrididan faqat efir muhitida foydalaniladi, ammo gidridni vakuumli fraksiyalab ajralishga imkon beradigan efirni o'zgartirib bo'ladi; qulay sharoitda unum yuqori bo'lishi mumkin. Borgidridli metod erituvchi sifatida suvdan foydalanish mumkinligi bilan usutunlikka ega. Istalgan eruvchan metall birikmasidan foydalanish imkoniyati oson gidrolizlanadigan galogenidlarning qo'llanilishini talab etmaydi.

3. Monogidridlarga razryad (mikroto'lqinli, radiochastotali yoki uchqunli razryad) ta'siri:



Yuqori gidridlar bu sharoitda 50% dan yuqori unum bilan olinadi. Shuning uchun ikkinchi va uchinchi metodlar silanlar, germanlarning yuqori gomologlari va difosfin olishning eng samarali yo'li hisoblanadi. Birinchi metod bilan silanlar (kislota sifatidagi ammoniy bromidli suyuq ammiakda), germanlar, stannan, plyumban, vismutin, fosfin, aisin va stibin olish uchun foydalaniladi. Litiy alyumogidrid ishlatiladigan ikkinchi metod bo'yicha barcha monogidridlar olinadi, shu bilan bir qatorda borgidridli metod stibin va germanlar olish uchun eng yaxshi metod hisoblanadi. Uchinchi metoddan yuqori silanlar va germanlar olish uchun foydalaniladi, bundan tashqari u fosfin va diarsin olish uchun qulay hisoblanadi.

Bor gidridlarini yuqorida ko'rsatilgan barcha usullar bilan olish mumkin, biroq boshqa kam elektronli uchmas gidridlarni olish uchun faqat ikkinchi metoddan foydalaniladi.

Metall bog'lanishli gidridlarni olish uchun ionli gidridlarni olishda qo'llaniladigan metodlardan foydalaniladi. Lekin o'zgaruvchan metall gidridlari uchun gidrid fazaning beqaror bo'lishi hamda davriy sistemaning har bir gruppasi va qatorlari bo'yicha elementning atom raqami ortishi bilan fazadagi vodorodning miqdori kamayib borish xosdir.

9-MAVZU. KARBIDLAR VA NITRIDLAR SINTEZI.

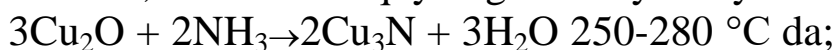
Reja:

1. *Tuzsimon karbidlar.*
2. *Kovalent karbidlar.*
3. *Tuzsimon nitridlar.*
4. *Kovalent nitridlar.*

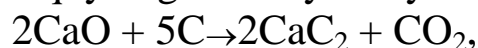
Karbidlar va nitridlarni ham yuqorida tavsiflangan gidridlar kabi uchta katta gruppaga bo'lish mumkin:

- 1) Davriy sistemaning asosan I, II va III gruppada elementlari hosil qiladigan tuzsimon birikmalar;
- 2) atomining tashqi pog'onasi p-elektronlarga ega bo'lgan metallar va metallmaslarning (bor, kremniy, germaniy va hokazo) azot yoki uglerod bilan hosil qiladigan kovalentli birikmalari;
- 3) tugallanmagan ichki *d*- va *f*-elektron qobiqlarni saqlagan qo'shimcha gruppada metallari hosil qiladigan metallsimon birikmalar.

Tuzsimon (yoki ionli) karbidlar va nitridlar, qoidaga muvofiq, elementlarning odatdagi valentligiga javob beradigan empirik formulaga ega (masalan, Be_2C , Al_4C_3 , Li_3N , Ca_3N_2 va hokazo) bo'ladi. Bu sinf karbidlari uchun $[\text{C}=\text{C}]^{2-}$ anioni bilan astetilenidlar deb ataladigan birikmalar hosil qilishi ham xosdir. Ionli birikmalar odatda metallar bilan azotning (yoki ammiakning) yoki uglerodning bevosita o'zaro ta'siridan yohud metall oksidlarining ammiak yoki uglerod ta'sirida qaytarilishidan olinadi. Masalan, mis nitridni quyidagi reaksiya bo'yicha olish mumkin:



kalsiy karbid esa quyidagi reaksiya bo'yicha 2000 °C da olinadi:



chunki kalsiy oksid qiyinchilik bilan qaytariladigan oksidlarga mansub hisoblanadi.

14 - j a d v a l Nitridlar va karbidlarning harorat tavsifi

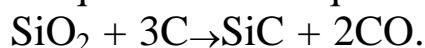
Nitrid	Suyuqlanish harorati, °C	Parchalanish harorati, °C	Karbid	Suyuqlanish harorati, °C
Li_3N	845	300-350	Be_2C	2150 (parch)
Na_3N	Parch	350	Al_4C_3	2800
Cu_3N	Parch	450	CaC_2	2300
Zn_3N_2	Parch	700-750	BaC_2	1780
Be_3N_2	2200	2240	ThC_2	2655

Mg ₃ N ₂	Parch	1500	VC ₂	2350
--------------------------------	-------	------	-----------------	------

Ko'pincha reaksiyaning haroratini pasaytirish uchun qaytaruvchi gazsimon aralashma (CO+H₂) ishlatiladi. Modomiki, reaksiya kinetikasi dastlabki va oxirgi moddalarning agregat holatiga bog'liq ekan, sintezni o'tkazishda u yoki bu fazada yoki agar moddalar turli agregat holatlarda bo'lsa, fazalarning ajralish chegarasida boradigan reaksiyalar uchun xarakterli bo'lgan asosiy qonuniyatlar e'tiborga olinishi kerak.

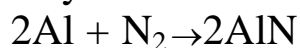
Ishqoriy metallarning karbidlari va nitridlari barqarorligi kam birikmalar hisoblanadi va 300-350°C haroratda oddiy moddalarga parchalanadi. Ishqoriy-yer metallarning birikmalari esa birmuncha barqaror hisoblanadi (14-jadval).

Kovalentli karbidlar va nitridlar amalda ionli birikmalar olinadigan usullar bilan olinadi, lekin karbidlar va nitridlar hosil qiladigan ko'pgina elementlarning oksidlari ancha barqaror birikmalar bo'lgani uchun, qattiqroq sharoitlarni qo'llashga to'g'ri keladi. Masalan, kremniy karbid (karborund SiC) kvarstli qum va koks aralashmasini elektr pechda 2000 °C ga yaqin haroratda qizdirib sintez qilinadi:

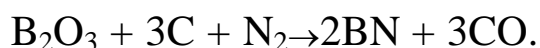


Bor karbidi (B₄C) esa bor yoki bor (III)-oksidni ko'mir bilan endi 2500 °C haroratda qizdirib olinadi.

Agar alyuminiy nitridni oddiy moddalardan yuqori haroratda



reaksiya bo'yicha sintez qilib olish mumkin bo'lsa, unda alyuminiy nitridni oksiddan olish uchun qaytaruvchi ishlatish talab etiladi. 1000 °C ga yaqin haroratda bor oksidga ko'mir va azot birgalikda ta'sir ettirilganda bor nitrid olinadi:



Kovalentli nitridlar kabi karbidlar ham bir qator foydali xossalarga ega ekanligini qayd etish lozim. Birinchi navbatda bunga olmos qattiqligiga yaqin bo'lgan qattiqlikni (BN, SiC, B₄C) hamda yuqori korrozion mustahkamlikni kiritish mumkin (AlN, BN, Si₃N₄ ning 1000-1200 °C haroratda oddiy moddalarga parchalanishi boshlanib, ular shu haroratgacha suyultirilgan metallar, qaynoq kislotalar, turli agressiv gazlar ta'siriga qarshi barqarorligini amalda saqlab qoladi).

Metallsimon birikmalar asosan metallarning kukunlariga 800-1200 °C da azot yoki ammiakni bevosita ta'sir ettirib yoki oksidlari ko'mir bilan hamda azot muhitida boshqa qaytaruvchilar bilan qaytarib olinadi (nitridlarning olinishida), karbidlar esa amalda kovalentli birikmalar kabi sintezlanadi.

Metall va uglerod (yoki azot) atomlari orasidagi bog'larda tugallanmagan *d*-elektronlarning ishtirok etishi (gibrid *spd*-funksiyalarining hosil bo'lishi) hisobiga metallsimon birikmalarda kimyoviy bog'lanishlar ancha mustahkam bo'ladi. Shu sababli, bunday turdagi birikmalar qattiqligi, kimyoviy barqarorligi va o'tga chidamligi yuqori bo'lgan qiyin suyuqlanuvchan moddalar hisoblanadi.

Tuzilishi jihatdan metallsimon birikmalar shu metall asosidagi uglerod yoki azotning qattiq eritmalari hisoblanadi.

10-MAVZU. XALKOGENIDLAR SINTEZI

Reja:

1. *Ishqoriy metallar xalkogenidlari.*
2. *Ishqoriy-yer metallari xalkogenidlari.*
3. *Mis va rux gruppachasi metallari xalkogenidlari.*
4. *Berilliy va magniyni xalkogenidlari.*

Xalkogenlar (oltingugurt, selen, tellur) bilan Davriy sistemaning boshqa elementlari hosil qilgan birikmalarini xalkogenidlar deb tushunish qabul qilingan. Lekin bunday nomlanish qaysi bir darajada shartli hisoblanadi. Chunki xalkogenlarning metallmaslar bilan birikmalarini oltingugurt, selen va tellur hosilalariga kiritib bo'lmaydi. Lekin shunga qaramasdan, an'anaga muvofiq, bu termini qabul qilamiz. Olinadigan xalkogenidlarning turi va xossalari, birinchi navbatda, xalkogen va element orasidagi bog'lanish xarakteri bilan belginadi. Bog'lanishlarning o'zi esa, bog'lanishda ishtirok etuvchi elektronlarning turiga qarab bir-biridan keskin farq qiladi. Shuning uchun, xalkogenlar bilan ta'sirlashadigan elementlarning elektron tuzilishiga qarab, barcha elementlarni guruhlariga ajratish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Birinchi gruppaga *s*-elementlarni (ishqoriy, ishqoriy-yer metallari, mis va rux gruppachasi metallari, shuningdek, berilliy va magniyni) kiritamiz. Ushbu gruppada elementlarining xalkogenidlari hosil bo'lganda, elementlarning valent *s*-elektronlari xalkogenlarning elektron konfiguratsiyasi s^2p^6 ga yetguncha ko'chadi. Ishqoriy metallarning xalkogenidlari uchun tashqi qavatining to'lishi bilan bir qatorda, xalkogenlar atomlarining bir-biri bilan kovalent bog'lanishli guruhlarni hosil qilish xususiyati namoyon bo'lib, polisulfidli, poliselenidli va shunga o'xshash fazalarning paydo bo'lishiga olib keladi. Sulfidlardagi ishqoriy metall atomlarining ionlanish potentsiali kamayishi natijasida oltingugurt atomlarining polisulfidlar hosil qilish imkoniyatlari ortadi.

Ionlanish potensialining kamayishi, qoidaga binoan, metall kationi-anion bog'i ionlanishining ortishiga bog'liq bo'ladi, shuning uchun kation - murakkab anion bog'i ionlanishining ortishi murakkab anionning barqarorligini oshiradi va murakkab anionlarning hosil bo'lishi uchun sharoit yaratib beradi. Masalan, natriy Na_2S , Na_4S_2 , Na_2S_2 , Na_2S_5 , Na_2S_3 , Na_2S_9 , Na_2S_5 , Na_2S_7 , Na_2S_4 sulfidlarini hosil qilsa, shu paytda litiy kam sonli sulfidlarni hosil qiladi. Ishqoriy metallarning sulfidlari ko'p issiqlik ajralishi bilan hosil bo'ladi, bunda bir atom oltingugurtga to'g'ri keladigan issiqlik miqdori oltingugurtning sulfiddagi nisbiy miqdori ortishi bilan kamayadi. Masalan, Na_2S uchun u 370,8 kJ/mol; Na_2S_2 uchun 201,1 kJ/mol; Na_2S_4 uchun 104,3 kJ/mol ni tashkil etadi. Suyuqlanish haroratlari ham parallel ravishda kamayadi (Na_2S uchun 919°C dan Na_2S_2 uchun 185°C gacha; K_2S uchun 885°C dan K_2S_6 uchun 183°C gacha). Shunday hol selenidlar uchun ham kuzatiladi.

Ishqoriy-yer metallar, shuningdek, berilliy va magniy asosan MX tarkibli xalkogenidlar hosil qiladi. Shunday tarkibli xalkogenidlarning hosil bo'lishi metall atomlaridan xalkogenidlar atomlariga s -elektronlar juftining ko'chishiga va s^2p^6 turdagi barqaror konfiguratsiyalarning hosil bo'lishiga bog'liq bo'ladi.

Qo'zg'almagan holatda valent elektronlari s^1d^{10} konfiguratsiyali atomlarini saqlagan mis gruppachasi metallari s -elektronlarini xalkogen atomlariga berishi hisobiga, odatda, M_2X va MX tarkibli xalkogenidlar hosil qiladi. Demak, mis gruppachasi metallarining xalkogenidlarini qisman metall bog'lanish hissasiga ega bo'lgan kovalent-ionli birikmalar deb hisoblash mumkin.

Rux gruppachasi xalkogenidlari ikkita s -elektronlarning xalkogenlar atomiga ko'chishi natijasida hosil bo'ladi va asosan tellur birikmalarida kuzatiladigan $sp \rightarrow f$ o'tishlarning mavjud bo'lishiga qaramasdan, atomlarning sp^3 - va s^2p^6 -konfiguratsiyalari saqlanib, ular olmossimon struktura ega ekanligini ko'rsatadi.

Ikkinchi gruppaga d - va f -elektron qobiqlari to'lib boruvchi o'zgaruvchan metallarning (ds - va fds -metallarning) xalkogenidlari kiradi.

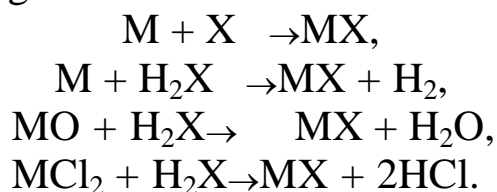
O'zgaruvchan metallarning ham xalkogen bilan o'zaro ta'siri natijasida turli-tuman tarkibli birikmalar hosil bo'lishi kuzatiladi. Jumladan, M_2X , MX , M_3X_4 , M_2X_3 , MX_2 , MX_3 tarkibli xalkogenidlar hosil bo'lib, bunda sulfidlar, selenidlar va telluridlar izomorf bo'ladi. O'zgaruvchan d -metallarning ko'pgina xalkogenidlari o'zgaruvchan tarkibli birikmalar hisoblanadi. Xalkogen miqdorining ko'payishi (X/M nisbatning ortishi) bilan ularning kristall tuzilishi, ayniqsa, oltingugurt atomlaridan tarkib

topgan kovalent bog'lanishli struktura elementlari shakllanadi. X/M ning kichik nisbatlarida metallar va xalkogenlar atomlari orasida asosan metall bog'lanish ustun turib, u umumlashgan elektronlar hisobiga vujudga keladi. Bu nisbat kattalashganda xalkogen atomlari orasida kovalent bog'lanish ulushi o'zgaruvchan metall atomi *d*-qavatning tugallanish darajasiga qarab, ortib boradi. Shunday hol *f*-elementlar uchun ham kuzatiladi.

Tashqi *sp*-elektronga ega xalkogenidlar kovalentli birikmalar xos-sasini namoyon etadi. Davriy sistemaning III grupp bosh gruppacha elementlari (B, Al, Ga, In, Te) eng ko'p sonli xalkogenidlarni hosil qiladi, ularning atomlari qo'zg'almagan holatda s^2p konfiguratsiyaga ega bo'lib, $s \rightarrow p$ o'tish hisobiga sp^2 ga aylanadi va bu metall atomlari *sp*-elektronlarni xalkogenlarga o'tkazishi natijasida ular s^2p^6 konfiguratsiyaga ega bo'ladi, ya'ni hosil bo'ladigan birikmalar tarkibi M_2X_3 formulaga mos keladi.

Xalkogenidlar olishning ko'p sonli metodlaridan quyidagilarni tavsiya etish mumkin:

1. Metallar, ularning oksidlari va tuzlari bilan xalkogenlar va xalkogen saqlagan reagentlarning bevosita o'zaro ta'siri:

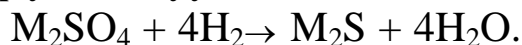


2. Elektrokimyoviy metod.

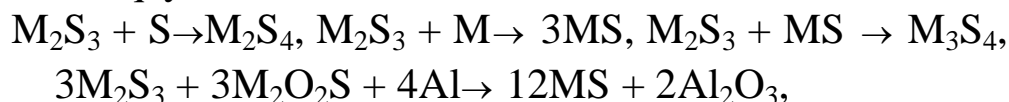
Agar sulfidlarga batafsilroq to'xtalsak, ularni olishning yana bir nechta metodlarini tavsiya etish mumkin.

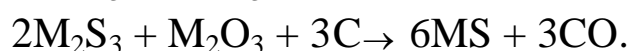
Og'ir metallar - kumush, mis, vismut, qo'rg'oshin va simob - sulfidlari eritmalardan (muayyan pH da) vodorod sulfid, ammoniy sulfid, tio-mochevina va oltingugurt saqlagan boshqa reagentlar ta'sirida tegishli sulfidni cho'ktirish yo'li bilan olish mumkin.

Ba'zi sulfidlar sulfatlar yoki sulfitlarni ko'mir, vodorod yoki boshqa qaytaruvchilar bilan qaytarib tayyorlanishi mumkin:

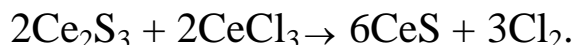


Shuningdek, turli tarkibdagi sulfidli fazalar olishning ko'p sonli metodlarini taklif etish mumkin: sulfidlar bilan oltingugurtning o'zaro ta'siri, yuqori sulfidlarni termik parchalash, sulfidlar bilan oksisulfidlarning o'zaro ta'siri, oksidlar bilan sulfidlar aralashmasining karbotermik qaytarilishi:





Elektrokimyoviy metodni qo'llashga misol sifatida juda toza steriy monosulfid sintezini keltirish mumkin:



11-MAVZU. METALLAR KARBONILLARINING SINTEZI. SUVSIZ NITRATLAR SINTEZI.

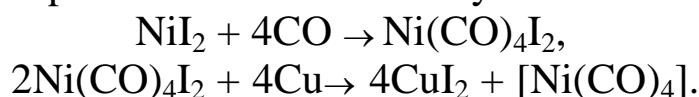
Reja:

1. Metall karbonillar to'g'risida umumiy tushuncha.
2. Metall karbonillarni sintez qilish usullari.
3. Suvsiz nitratlar sintezi.

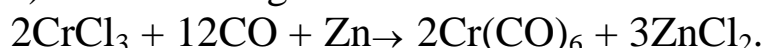
Nol valentli metallar va uglerod monooksiddan iborat bo'lgan metallarning karbonillari qiziqarli birikmalar hisoblanadi. Bu moddalarning olinishi, odatda, quyidagi yo'llar bilan amalga oshiriladi:

1. Yuqori bosim va haroratda metallarga uglerod monooksidni ta'sir ettirish (normal bosimda bu reaksiya faqat nikel va temir bilan boradi).

2. Yuqori harorat va bosimda metallarning galogenidlari yoki sulfatlariga uglerod monooksidni ta'sir ettirish, bunda galogeni bog'lovchi reagent sifatida ko'pincha mis metallidan foydalaniladi. Masalan:



3. Suvsiz metall xloridiga qaytaruvchi (magniyorganik birikma yoki rux kukuni) ishtirokida uglerod monooksid ta'sir ettirish. Masalan:



Bunday reaksiya natijasida, qoidaga muvofiq, xrom, molibden, volframning geksakarbonillari olinadi.

Metallar karbonillari uchun bog'lanishning uch turi xarakterlidir:

a) bog' hosil bo'lishi uchun har qaysi metall atomi bittadan elektron beradigan, ikki metall atomlari orasidagi kovalent bog'lanish;

b) metall bilan uglerod monooksid orasidagi koordinasion kovalent bog'lanish (σ -bog'lanish); bu holda uglerod atomlari metallga elektron juftini beradi va metallning d-elektronlari ishtirokida metall bilan qisman π -bog'lar orqali qo'shimcha bog'lanadi;

v) metall bilan uglerod monooksid orasidagi kovalent σ -bog'lanish, bunda uglerod atomi metallning ikki atomli orasida «ko'prik» bo'lib xizmat qiladi va ularning har biri bilan bog' hosil qiladi.

Ko'pchilik metall karbonillari uchun ko'rib chiqilayotgan metallarning

effektiv tartib raqami qoidasi o'rinli hisoblanadi. Bu qoidaning mohiyati shundan iboratki, har qanday metall reaksiyaga kirishganda uning elektronlar soni Davriy sistemada undan keyin eng yaqin joylashgan inert gazning elektronlar soniga teng bo'ladi. Masalan, nikel (28 ta elektronga ega) uglerod oksidning 4 ta molekulasini bilan reaksiyaga kirishadi va ular-dan 8 ta elektronlarni tortib oladi, natijada uning umumiy elektronlar soni 36 ga teng bo'lib, kriptonning atom raqamiga mos keladi. Karbonillarning termik barqarorligi Davriy sistema qatorlarida chapdan o'ngga qarab quyidagi tartibda kamayib boradi:

juft tartib raqamlar (Z) uchun: $\text{Cr}(\text{CO})_6 > \text{Fe}(\text{CO})_5 > \text{Ni}(\text{CO})_4$;

toq tartib raqamlar (Z) uchun: $\text{Mn}_2(\text{CO})_{10} > \text{Co}_2(\text{CO})_8$. Metall-karbonil bog'lanishni hosil qilishga moyillik quyidagi tartibda o'zgaradi:

juft Z uchun (qator bo'yicha): $\text{Cr} < \text{Fe} < \text{Ni}$;

juft Z uchun (gruppa bo'yicha): $\text{Cr} < \text{Mo} < \text{W}$; toq Z uchun (gruppa bo'yicha): $\text{V} < \text{Mn} < \text{Co}$.

Metall karbonillari uchun yuqorida keltirilgan qonuniyatlardan kelib chiqqan holda u yoki bu metall karbonilining hosil bo'lish ehtimolligi haqida xulosa chiqarish mumkin. Xususan, *s*- va *p*-elementlarda *d*-elektronlarning bo'lmasligi qalay, germaniy va ishqoriy-yer metallari kabi elementlarning barqaror karbonillar hosil qilishi ehtimoldan yiroq hisoblanadi.

Shuningdek, Davriy sistemadagi qo'shimcha III va IV gruppa metallarining metallkarbonil anionlarini hosil qilishga moyilligi yuqoriroq, deb hisoblanadi. Bunday anionlar *d*-elektronlarning CO ligandlarga teskari koordinatlashgani hisobiga tegishli karbonillarga nisbatan barqaror bo'ladi. Metall karbonillari barqarorligining tahlili ularga o'xshash birikmalar sintezi uchun zarur bo'lgan shartlar to'g'risida quyidagi qator umumiy xulosalarni chiqarishga imkon yaratdi:

- metall atomi bog' hosil bo'lishi uchun zarur bo'lgan *d*-orbitallardagi elektronlarga ega bo'lishi kerak. Binobarin, bog'lanmagan *dⁿ* konfiguratsiya uchun qo'shbog'lar soni *n* ning 0 ga yaqinlashgani sari kamayib boradi (shu sababli o'zgarmas metallar karbonillar hosil qilmaydi, shuningdek, *d¹⁰* konfiguratsiya ham metall karbonillarning hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaydi);

- metallarning *d*-elektronlarini o'ziga qabul qilishi uchun ligand bo'sh *p*- orbitallarga ega bo'lish kerak (uglerod oksidda bu shart bajariladi);

- orbitallar o'zaro qoplanishi uchun ular muayyan o'lchamlarga ega bo'lishi kerak.

Mana shu xulosalarga asoslangan holda yangi metall karbonillarining sintezlari amalga oshirilmoqda.

SUVSIZ NITRATLAR SINTEZI

Ba'zi metallar suvsiz nitratlarining olinishi jiddiy qiyinchiliklar tug'dirmaydi. Xususan, Davriy sistemaning I gruppasi metallarining nitratlari (mis nitratlaridan tashqari), shuningdek, ishqoriy-yer metallarining (kalsiy, stronsiy, bariyning) nitratlari tegishli haroratda suvli eritmalardan suvsiz holatda kristallanishi mumkin. Bu metallarning suvsiz nitratlari sintezida nitrat kislotaning qo'shilishi katta yordam berishi mumkin.

Biroq suvli eritmadan boshqa metallarning nitratlarini ajratishdagi urinishlar samara bermadi. Kristtallogidratlardan suvning yo'qotilishi odatda asosli nitratlar, gidroksidlar sinteziga yoki oksid hosil bo'ladigan gidrolizga olib keladi. Shunga asosan berilliy, magniy, alyuminiy va o'zgaruvchan metallarning suvsiz nitratlari beqaror birikmalar degan xulosalar paydo bo'ldi. Lekin bu fikrlar yuqorida sanab o'tilgan elementlarning suvsiz nitratlari olingandan so'ng darhol rad etildi. Ko'pgina suvsiz nitratlar yuqori termik barqarorlikka ega ekanligi aniqlandi. Bunday birikmalar sintezining muvaffaqiyati, preparativ noorganik kimyoda suvsiz erituvchilardan keng foydalanishning natijasi bo'ldi.

Ba'zi suvsiz nitratlarning fizik xossalari va kimyoviy faolligi tegishli kristtallogidratlarning xossalari bilan keskin farq qilishi aniqlangandan so'ng, suvsiz nitratlar sinteziga bo'lgan qiziqish yanada oshdi.

Hozirgi vaqtda metall atomi va nitrat gruppasi orasidagi bog' (suvli eritmalardan kristallanadigan metallarning suvsiz nitratlaridan farq qilib) ko'p darajada kovalentli ekanligi va NO_3^- -gruppasi bitta yoki ikkita kislorod atomlari vositasida koordinasiyalanishi, shuningdek, metallarning atomlari orasida «ko'priklar» hosil qilishi aniqlandi. Bunday mustahkam kovalent bog'ning mavjudligi, ba'zi metallar suvsiz nitratlarining uchuvchanligini ta'minlaydi. Masalan, mis (II), titan (IV), sirkoniy (IV) nitratlari va $\text{Be}_4\text{O}(\text{NO}_3)_6$ gazsimon holatda bo'lishi mumkin, va binobarin, ularni haydash yo'li bilan tozalash qiyinchiliklar tug'dirmaydi. Bundan tashqari, ko'pgina kovalentli nitratlar qutbli organik erituvchilarda yaxshi eriydi, bu esa tozalash uchun muhim omil hisoblanadi.

Metallarning suvsiz nitratlari sintezi uchun ishlab chiqilgan preparativ metodlar har bir alohida olingan nitratning fizikaviy va kimyoviy xossalari inobatga oladi, shuning uchun sintez metodlari turli-tuman bo'lishi mumkin. Deyarli barcha sintezlarda suvsiz erituvchilarning

qo'llanilishi umumiy hisoblanadi.

Metallarning suvsiz nitratlari olinishining keng tarqalgan metodlarini keltiramiz.

1. Astetonda, fenilsianidda yoki suyuq ammiakda turli metallarning kumush nitrat eritmasidan kumushni siqib chiqarishi natijasida, vakuumda qizdirilganda erituvchisini oson yo'qotadigan beqaror solvatlarning hosil bo'lishi.

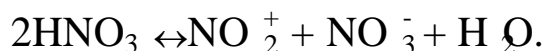
2. Ba'zi metallarning oksidlari bilan ammoniy nitrat suyuqlanmasini o'zaro ta'sir ettirish. Masalan, lantan oksid (La_2O_3) ammoniy nitrat suyuqlanmasi bilan $170\text{ }^\circ\text{C}$ da reaksiyaga kirishadi. Ortiqcha ammoniy nitratni haydash yo'li bilan yo'qotgandan so'ng suvsiz lantan nitrat qoladi.

3. Azot tetraoksid ishtirokidagi reaksiyalar. Qo'rg'oshin nitratni termik parchalab, toza azot tetraoksidni olish mumkin. Odatdagi sharoitda u suyuq modda (suyuqlanish harorati $-11,2\text{ }^\circ\text{C}$, qaynash harorati $+21,15\text{ }^\circ\text{C}$) va reaksiyalar amalda hamma vaqt xona haroratida o'tkaziladi. Suyuq azot tetraoksid quyidagi tenglama bo'yicha ionlarga dissotsilanadi:



ya'ni nitrat-ion ushbu holda suvdagi OH^- kabi rol o'ynaydi. Dissotsilanish darajasi toza tetraoksidda katta emas, biroq dissotsilanishni qutbli erituvchilar qo'shib oshirish mumkin. Reaksiya uchun boshlang'ich modda sifatida, odatda, metallar, suvsiz galogenidlar, oksidlar yoki metallarning karbonillari tanlanadi.

4. Nitratlarning kristallogidratlari bilan 100%-li nitrat kislotani N_2O_5 ishtirokida degidratlash. Nitrat kislotaga azot pentaoksidni qo'shish zarurati, nitrat kislotaning quyidagi sxema bo'yicha dissotsilanishiga bog'liq bo'lsa kerak:



Aynan suvning paydo bo'lishi metallarning suvsiz nitratlari hosil bo'lishiga halaqit beradi.

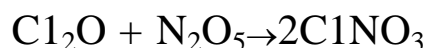
Azot pentaoksid ham dissotsilanish qobiliyatini namoyon etib, nitrat-ionlarning manbai hisoblanadi:



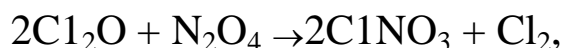
Muvozanatni nitrat kislotaga hosil bo'lish tomoniga siljitgan holda, u sistemada suvning miqdorini kamaytirdi.

5. Quyi parchalanish haroratiga ega bo'lgan suvsiz nitratlarni olishda galogen nitratlari bilan metall birikmalarning o'zaro ta'siri ancha foydali bo'lishi mumkin.

Xlor monooksid va azot pentaoksidni suyuq xavo bilan sovutgan holda birgalikda kondensatlab

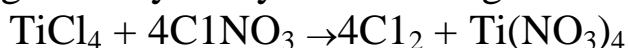


yoki xlor monooksid bilan azot tetraoksidni o'zaro ta'sir ettirib



sintez uchun zarur bo'lgan xlor nitratni olish mumkin. Xlor nitratining suyuqlanish harorati past ($-107\text{ }^\circ\text{C}$) bo'lgani sababli, xlor nitratni ishtirokidagi reaksiyalarni juda past haroratda (masalan, qattiq CO_2 da taxminan $-80\text{ }^\circ\text{C}$ haroratda) o'tkazish mumkin.

Quyidagi reaksiya bo'yicha olinadigan xlor



va ortiqcha xlor nitratni, odatda, vakuumda shu haroratda yo'qotiladi.

Shunday yo'l bilan, ehtimol, bor nitrat $\text{B}(\text{NO}_3)_3$ (parchalanish harorati $-78\text{ }^\circ\text{C}$), alyuminiy (III)-nitrat ($-7\text{ }^\circ\text{C}$), qalay (IV)-nitratni ($-60\text{ }^\circ\text{C}$) ham sintez qilish mumkin.

12-MAVZU. KISLORODLI KISLOTALAR SINTEZI. KISLORODLI KISLOTALAR TUZLARINING SINTEZI.

Reja:

1. *Kislorodli kislotalar.*
2. *Kislorodli kislotalarni olinish usullari.*
3. *Kislorodli kislotalar tuzlari.*
4. *Kislorodli kislotalar tuzlarini olinish usullari.*

Noorganik birikmalarning bu sinf vakillari orasida asosiy kimyo mahsulotlariga tegishli bo'lgan kislotalarning katta gruppasi mavjud. Bu kislotalarning xalq xo'jaligidagi ahamiyati shunchalik ulkanki, ular maxsus korxonalarda katta miqdorlarda olinadi. Tabiiyki, bunday kislotalarni laboratoriyada sintez qilishning zaruriyati yo'q, so'z faqat ishlab chiqarishda ko'zda tutilmagan konsentrsiyali kislotalarning olinishi va ba'zan ishlab chiqarilgan preparatlarning tozalanishi to'g'risida borishi mumkin. Bunday kislotalarga sulfat, nitrat, fosfat, borat, silikat, perxlorat va ba'zi boshqa kislotalarni kiritish kerak. Shuning uchun, ularning sinteziga maxsus to'xtalish maqsadga muvofiq emas, ularning ishlab chiqarilishi, odatda, noorganik moddalarni tayyorlash texnologiyasiga tegishli kurslarda ko'rib chiqiladi.

Kislorodli kislotalar ham xossalari bo'yicha va ham ularning olinish metodlari bo'yicha keskin farq qiladi. Biroq yetarlicha ko'p sondagi usullar orasida shu turdagi hamma birikmalari uchun umumiy hisoblangan bir qancha metodlarni ajratish mumkin:

1. Uchuvchan kislotalarni ularning tuzlaridan amalda uchmaydigan kis

lotalar bilan siqib chiqarish. Bu usul bilan galogenlarning kislorodli kislotalari (HClO_3 , HBrO_3 va ba'zi boshqalar) olinadi. Bunday kislotalarning ko'pchiligi harorat ta'siriga chidamsiz ekanligini e'tiborga olish lozim, shuning uchun ularni haydashni vakuumda o'tkazish zarur. Xuddi shu sharoitlarda kislotalarning konsentrlanishi ham amalga oshiriladi.

2. Kislotalarning tuzlaridan shu tuzning kationi bilan erimaydigan birikma hosil qiladigan kislota bilan siqib chiqarish. Bunday yo'l bilan fosforning turli kislotalari, nitrit, selenat va ba'zi boshqa kislotalar olinadi. Metodning mohiyati shundan iboratki, bariy va kumush tuzlariga tegishlicha sulfat yoki xlorid kislota ta'sir ettirilganda bu tuzlarning kationlari cho'kmaga tushadi. Ravshanki, ekvimolekulyar nisbatda boshlang'ich komponentlar aralashmasining tayyorlanishi toza kislotalar sintezida muhim rol o'ynaydi.

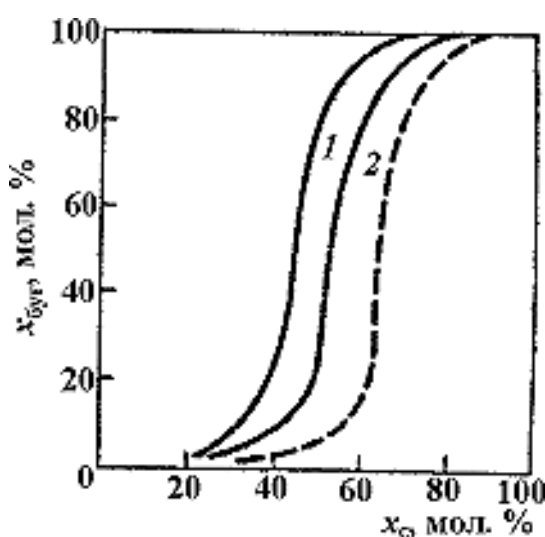
1. Metallmaslarning suvli eritmalarida yetarlicha kuchli oksidlovchilar (xlor, nitrat kislota, «podsho arog'i»), anodli oksidlanish va boshq.) bilan oksidlanishi ham ba'zi kislorodli kislotalarning sinteziga olib kelishi mumkin. Shunday yo'l bilan yodat, peryodat, selenit, selinat, tellurit, tellurat va arsenat kislotalarning suvli eritmalarini olish mumkin.

2. Kuchsiz kislotalarni ularning tuzlaridan kuchli kislotalar bilan siqib chiqarilishi ko'pgina hollarda ularning olinishi uchun foydali hisoblanadi. Usulning qo'llanilishi chegaralangan, chunki siqib chiqariladigan kislota siqib chiqarish uchun ishlatiladigan kislotaga ko'ra kam eruvchan bo'lishi kerak. Bu usul bilan molibdat va volframat kislotalar, shuningdek, kislotali xosslarni namoyon etadigan ba'zi kremniy, qalay, titan, surma, vismut, vanadiy, niobiy va tantalning yuqori oksidlarining gidratlari olinadi.

Kislorodli kislotalar olish metodlari uchun umumiy bo'lmagan, lekin muayyan hollarda qo'llaniladigan yana bir qator usullarni ko'rsatish mumkin. Masalan, perkislotalar olish uchun anodli oksidlash qo'llaniladi, tiokislotalar olish uchun sulfat kislota vodorod sulfid bilan qaytariladi va hokazo.

Standartlashtrilgan ishlab chiqarishda olinadigan kislotalarning konsentrasiyasidan ancha yuqori konsentrasiyali kislotalarning olinishi juda muhim hisoblanadi. Suv bilan azeotrop aralashmalarining hosil bo'lishi yuqori konsentrasiyali kislotalarni olishga to'sqinlik qiladi. Bunday aralashmalar haydash yo'li bilan disillyatdagi kislotalarning muayyan miqdoridan yuqori konsentrasiyaga ega bo'lgan kislotalarni olishga imkon bermaydi. Suyuqlik va bug' orasidagi komponentning taqsimlanish muvozatini siljitish uchun ko'pincha tuzlantiruvchilar deb

ataladigan moddalar qo'llaniladi. Bunday moddalar eritmadagi uchuvchan kislota ionlarning assosilanishiga (molekulalarning o'zaro birikib, murakkablashishiga) yordamlashadi hamda suyuqlik va bug' orasidagi taqsimlanish muvozanatini siljitishga sharoit yaratib beradi. Ion-ion assosiatlari, odatda, assosiatlarni hosil qiluvchi ionlarning degidratlanishiga yordam beradi, shuning uchun tuzlantiruvchilar sifatida suv molekulari bilan kislota tarkibiga kiruvchi ionlarga nisbatan kuchliroq ta'sirlashadigan ionlar yoki molekularni saqlovchi birikmalar qo'llaniladi. Assotsilanish darajasining ortishi bilan bug' fazadagi kislotaning nisbiy miqdori, va binobarin, disillyatdagi kislotaning miqdori ham ortadi.



25-rasm. Nitrat kislotaning suyuqlik va bug' orasidagi taqsimlanish muvozanatining suyuq fazadagi litiy nitrat konsentratsiyasiga bog'liqligi.

Punktir bilan toza nitrat kislotaning muvozanat egri chizig'i belgilangan; 1 - eritmada 10 mol. % LiNO_3 ; 2 - eritmada 5 mol. % LiNO_3 .

Tuzlantirish jarayonini nitrat kislota misolida ko'rib chiqamiz, nitrat kislota konsentratsiyasining suyuq va bug' fazalardagi nisbati 25-rasmda tasvirlangan.

Rasmdan ko'rinadiki, nitrat kislota-suv sistemasiga litiy nitratning kiritilishi muvozanat egri chizig'ining o'rnini shunday siljitadiki, nitrat kislota bug' fazasining to'yinishi toza nitrat kislotaga nisbatan kichik konsentratsiyalarda boshlanadi.

Tuzlantiruvchilar sifatida, odatda, konsentratsiyasi oshirilishi zarur bo'lgan kislotaning tuzlari qo'llaniladi. Shu bilan birga, shuni yodda tutish kerakki, tuzlarning muayyan guruhi teskari effektga - nitrat kislotaning tuzsizlanishiga va muvozanatni nitrat kislotaning yuqori konsen-

trasiyalari tomon siljishiga olib kelishi mumkin. Bunday tuzlarga asosan bir zaryadli katta kation va deyarli barcha (F^- dan tashqari) anionlardan iborat tuzlar kiradi. Ular bilan kislotalarning o'zaro ta'siridan kislota molekulari $[X(HX),]^-$ ko'rinishidagi kompleks anioniga aylanadi (bunda X - kislota anioni) va shu kislota tarkibidagi anionlarning ta'sir doirasidan suv ajralib chiqadi. Bu holat suvning nisbiy uchuvchanligining ortishiga va bug' fazasidagi miqdorining ko'payishiga olib kelishi kerak. Shuningdek, kislota bilan uchuvchan birikmalar hosil qilmaydigan hamda uni suvli eritmalarda parchalamaydigan boshqa degidratlovchi moddalardan ham foydalanish mumkin. Bu jihatdan nitrat va ba'zi boshqa kislotalarni konsentratsiyalash uchun sulfat kislota qulay hisoblanadi. Shuni eslatish kerakki, tuzlantiruvchilar ishtirokida uchuvchan kislotalar, jumladan, sulfat kislotalarining parchalanishini oldini olish maqsadda ular kuchsiz qizdirilib, vakuumda haydaladi.

KISLORODLI KISLOTALAR TUZLARINING SINTEZI

Laboratoriya sharoitida kislородli kislotalarning tuzlari bir nechta metodlar bilan olinib, ulardan eng ko'p tarqalganlari quyidagilardir.

1. Metallar oksidlari yoki gidroksidlariga kislota ta'sir ettirish. Bu usul bajarilishi oddiyligi bilan farq qiladi, bu esa usulning keng qo'llanilish sabablaridan biri hisoblanadi. Reaksiya natijasida olinadigan mahsulot amalda ifloslanmaydi, ajraladigan suv esa eritmada oson yo'qotilishi mumkin, shu yo'l bilan nitratlar, fosfatlar, sulfatlar, karbonatlar, oksalatlar, astetatlar, perxloratlar, xloratlar va boshqa kislotalarning tuzlarini olish qulay.

2. Tuzlarning eritmalarida almashinish reaksiyalari. Bu usul ham bajarilishi murakkab emasligi bilan xarakterlanadi va ko'pgina tuzlarni olish uchun foydalanish mumkin. Sintezning e'tiborsizlik bilan bajarilishi olinadigan tuzning eritmada ionlar bilan ifloslanishiga olib keladi, va ayniqsa, tanlangan boshlang'ich tuz yaxshi erimaydigan yoki qandaydir sabablarga ko'ra ajratib olinadigan tuz eruvchanligi ortadigan hollarda ehtiyot bo'lish kerak.

3. Metallarga kislotalarning ta'siri. Ushbu metodning qo'llanilishi muayyan cheklanishlarga ega, chunki tuzlarni tayyorlash uchun toza metallarni sarflash hamma vaqt ham maqsadga muvofiq bo'lavermaydi. Texnik metallarning qo'llanilishi esa, qiyinchilik bilan tozalanadigan mahsulotlar sinteziga olib keladi. Bundan tashqari, metallarning bir qismi passivlanishi hisobiga oksidlovchi- kislotalarda oddiy haroratda erimay qoladi. Natijada eritishning qattiq sharoitlarini tanlashga to'g'ri keladi, bu esa mahsulotlarning yanada ifloslanishiga olib keladi. Shu sababli

metallarga kislotalar ta'sir etish yo'li bilan tuzlar sintezini juda ehtiyotkorlik bilan va faqat zarur bo'lgan sharoitlardagina bajarish tavsiya etiladi.

4. Tuzlarga kislotalar ta'siri. Agar tuz anionini parchalovchi kislotalar bilan ta' sirlashanadigan ancha toza tuzlar mavjud bo'lsa, unda bu metod bajarilishining oddiyligi bo'yicha ko'rilgan metodlarning birinchisiga yaqinlashadi. Odatda tuzlar olish uchun karbonatlardan foydalanadi. Agar uchmas kislota bilan reaksiyasi natijasida uchuvchan (nitrat, sulfid, sirka va shunga o'xshash) kislota hosil bo'lsa ham, boshqa tuzlarning qo'llanilishi unchalik maqsadga muvofiq bo'lmaydi, chunki sintez qilingan tuz amalda hamma vaqt boshlang'ich tuzning anionlari bilan ifloslangan bo'ladi va ko'pincha tozalashga tayyorlanishi talab etiladigan tuz eritmasini kislota bilan ko'p marta bug'latish ham yordam bermaydi.

5. Yuqori haroratda oksidlarning o'zaro ta'siri. Eritmalarda boradigan reaksiyalar bilan bir qatorda, qandaydir sabablarga ko'ra suvli eritmalarda mavjud bo'la olmaydigan tuzlarni olish zaruriyati, qattiq fazada boradigan reaksiyalarni o'tkazishga majbur etadi. Ikki qattiq faza chegarasidagi komponentlar orasida boradigan o'zaro ta'sir kinetikasi ko'rib chiqilgan mavzuda bunday reaksiyalarga misollar keltirgan edik. Binobarin, bunday turdagi reaksiyalarni bajarganda topokimyoviy reaksiyalar tezligini belgilovchi barcha faktorlarni hisobga olish kerak. Bu metod suvli eritmalarda to'liq gidrolizlanadigan kuchsiz kislota va kuchsiz asoslardan iborat tuzlarni olish uchun juda ahamiyatli hisoblanadi.

Kam tarqalgan metodlar orasida perkislotalar tuzlari, galogenkislorodli kislota tuzlarini olish uchun qo'llaniladigan anodli oksidlash jarayoni diqqatga sazovordir.

13-MAVZU. GIDROKSIDLAR SINTEZI. KOMLEKS BIRIKMALAR SINTEZI.

Reja:

- 1. Gidroksidlarni sintez qilish usullari.*
- 2. Kompleks birikmalar.*
- 3. Kompleks birikmalarni sintez qilish usullari.*

Berilgan metall oksidining suvda erishi yoki suvga nisbatan «indifferent» qolishiga ko'ra, gidroksidlar sintezini ikki yo'l bilan olish mumkin.

Agar oksid suvda erisa, unda oksidga suv bilan ishlov berib, gidroksid

sintezi amalga oshirilsa, maqsadga muvofiqdir. Ravshanki, oksidning erishida eritmaning tiniq bo'lishi shart emas. Bu holda suv ishtirokida gidroksid bevosita eriyotgan oksidning sirtida kristallanishi mumkin. Bunday jarayonni o'tkazishda erituvchining oksid molekulalariga singishi uchun eritmani aralashtirib turish kerak. Shu yo'l bilan ishqoriy-yer metallar, ba'zi lantanoidlar, litiy, magniy va bir qator boshqa metallarning gidroksidlarini olish mumkin. Bu metodning ustunligi sintezda tuz hosil bo'lmasligi, va demak, olinadigan gidroksidning tozaligi hisoblanadi.

Gidroksidlar sintezining keng tarqalgan va umumiy metodi ularni tegishli metallarning ishqoriy tuzli eritmalaridan cho'ktirish hisoblanadi. Bu usul bilan ko'pgina metallar, shu jumladan, mis, kumush, oltin, rux, kadmiy, III gruppada metallari, qalay, qo'rg'oshin, surma, vismut, qo'shimcha gruppada metallarining quyi oksidlanish darajasiga ega bo'lgan gidroksidlari olinishi mumkin. Har bir gidroksidning cho'kishi pHning muayyan qiymatida boshlanadi, bunda ko'p hollarda, oldin asosan o'zgaruvchan tarkibli asosli tuzlar cho'kadi. Muhit ishqoriyligining keyingi oshirilishi asosli tuzlarni gidroksidlarga aylantiradi.

Gidroksidni cho'ktirish uchun ishqorlar, ammiak, soda yoki potash eritmalari ishlatiladi (agar metall qiyin eruvchan karbonatlar hosil qiladigan bo'lsa, bu holda karbonatlar ishlatilmaydi). Shuni aytish kerakki, karbonatlardan holi ko'pgina gidroksidlar sintezi katta qiyinchilik bilan amalga oshiriladi. Gidroksid ko'rinishida cho'ktiriladigan metall karbonati kam eruvchan bo'lgan hollarda cho'ktirishni karbonat ionlar va CO_2 dan tozalangan ishqor bilan amalga oshirish zarur. Bu karbonat-ionlar bilan eruvchan kompleks birikmalar hosil qiladigan metallar uchun ham tegishli hisoblanadi.

Sintez qilingan mahsulotni quritishda shuni e'tiborga olish kerakki, qizdirilganda gidroksidlar suvni ajratib parchalanish xususiyatiga ega. Har qaysi gidroksid uchun muayyan parchalanish harorati xos bo'lib, metallning xususiyatlariga bog'liq holda keng oraliqlarda o'zgarishi mumkin. Metall tabiatining termik barqarorlikka bo'lgan murakkab bog'liqligi qat'iy qonuniyatlarni aniqlashga imkon bermaydi, biroq ishqoriy va ishqoriy-yer metallari gidroksidlarining asosli xossalari ortishi bilan termik barqarorlik ko'payishini (ya'ni litiydan steziygacha va magniydan bariygacha) qayd etish lozim. Qoidaga muvofiq, ko'p elektronli qavatlariga ega elementlarning gidroksidlari uchun 8-elektronli ionlarning gidroksidlariga qaraganda barqarorlik kam bo'ladi.

KOMPLEKS BIRIKMALAR SINTEZI

Hozirgi kunda kompleks birikmalar deganda xossalari va tuzilishiga ko'ra ba'zan bir-biridan keskin farq qiladigan keng qamrovli moddalar tushiniladi. Birikmalarning u yoki bu gruppasini kompleks birikmalar sinfiga kiritilishi ko'pincha ixtiyoriy hisoblanadi va tadqiqotchining shaxsiy qarashlari bilan belgilanadi, chunki «kompleks birikma» degan tushunchaning aniq tavsifi mavjud emas. Modomiki, laboratoriyada qattiq yoki eritilgan holatdagi koordinasion birikmalar bilan ish ko'rilar ekan, ularning xossalari aynan shu sharoitlarda tavsiflab o'tamiz. Unda kompleks birikmalarga quyidagicha ta'rif berish mumkin: «Eritmada mavjud bo'la oladigan kompleks ionlarni kristall panjarasining tugunlarida saqlagan birikmalarga kompleks birikmalar deyiladi».

Ayonki, bunday ta'rif keng qamrovli emas, chunki adduktlar deb ataladigan kompleks birikmalar gaz fazada ham mavjud bo'lishi mumkin, shuningdek, bunday hollarda kompleks ionlarning bo'lishi shart ham emas. Bundan tashqari, kompleks ionlarning eritmadagi xossalari eritma komponentlarining konsentrasiyasi, harorat, erituvchi tabiati va boshqa omillar bilan belgilanadi. Kompleks birikmalarning sintezini ko'pincha «qo'sh tuzlar» deb xato nomlanadigan birikmalarni olish usullarining muhokamasi bilan boshlaymiz. Qo'sh tuzlarning oddiy vakillariga umumiy formulasi:



bo'lgan achchiqtoshlar kiradi. Lekin harorat past bo'lsa va suvdan farqli boshqa erituvchilar tanlansa, unda achchiqtoshlar barqarorligiga ko'ra haqiqiy kompleks birikmalardan qolishmaydi. Shuning uchun «qo'sh tuzlar» ko'rinishidagi kompleks birikmalarni asidoligandli komplekslarga kiritsak, to'g'riroq bo'ladi. Achchiqtoshlarda markaziy ion M^{3+} , tashqi sfera esa M^+ kationi hisoblanadi, shunga binoan, achchiqtoshlarning umumiy formulasini $M^+ \cdot M^{3+}(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ko'rinishda ifodalash mumkin. Bunday turdagi birikmalar, odatda, ikkita oddiy tuzning kristallanishidan hosil bo'ladi. Oldingi mavzularda aytib o'tilganidek, qo'sh (yoki uchlamchi) birikmalarning sintezida eruvchanlik diagrammasini va kristallanish sharoitlariga termodinamika tomonidan qo'yiladigan cheklanishlarni nazarda tutish kerak. Shuni ta'kidlash joizki, beqaror kompleks birikmalar sintezida tashqi sferadagi kation muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Tashqi sferadagi kation va kompleks anion orasidagi bog'ning ionliligi qancha katta bo'lsa, anion

kompleks shuncha barqaror hisoblanadi va kompleks birikma shuncha oson hosil bo'ladi. Ma'lumki, bir valentli metallar qatorida ionliligi yuqori bog'ning hosil bo'lishi quyidagi ketma-ketlikda o'zgaradi: $Cs^+ > Rb^+ > K^+ > NH_4^+ > Tl^+ > Na^+ >> Li^+$. Shu sababli achchiqtoshlar orasida steziyli

achchiqtoshlar eng barqaror va litiyli achchiqtoshlar eng beqaror hisoblanadi. Buni amalda ham kuztish mumkin, chunki natriy, va ayniqsa, litiy suvli eritmalarda achchiqtoshlar hosil qilmaydi. Demak, kompleks birikmaning barqarorligi markaziy atom va ligandning tabiatigi chambarchas bog'langan bo'ladi. Agar kompleksning hosil bo'lishi binar birikma (tuz-suv) eritmasida boshlansa, bir zaryadli kation va bir ismli anion saqlagan tuzning kiritilishidan, ya'ni uchlamchi sistemaning vujudga kelishidan kompleksning hosil bo'lishi kuchayadi va barqaror kompleks birikmalarning paydo bo'lishiga olib keladi. Bunday holda tashqi sferaning kationi sifatida nafaqat natriy, balki litiy ham bo'lishi mumkin. Xulosa qilib aytganda, markaziy ion-ligand bog' energiyasining ortishi bilan tashqi sferaning kationi katta ahamiyatga ega bo'lmay qoladi. Masalan, CdX_2-N_2O ning binar suvli eritmasida CdX_3^- yoki CdX_4^{2-} ko'rinishdagi anionlarning mavjud bo'lishi uchun $CdX_2 - LiX - N_2O$ (bunda $X = Cl^-, Br^-$ yoki I^-) sistemada turli, ba'zan esa murakkab tarkibli kompleks birikmalar hosil bo'ladi. Natriy yoki sulfat-ionlarni saqlagan shunga o'xshash sistemalarda suvli eritmalardagi kompleks birikmalar sezilarli miqdorlarda ko'rinmaydi va eruvchanlik izotermasi oddiy ko'rinishga ega bo'ladi, ya'ni kompleks birikmalar hosil bo'lmaydi.

$CdX_2 - LiX - N_2O$ sistemasida hosil bo'ladigan birikmalar jumlasiga kompleks galogenkislotalar ham kiradi. Ularning olinish usullari asido-ligandli kompleks tuzlarning olinish metodlaridan deyarli farq qilmaydi. Lekin shuni ta'kidlash kerakki, kompleks galogenkislotalar ham tashqi sferasida litiy ionini saqlagan birikmalar hosil bo'ladigan sharoitlarda olinadi. Biroq, tashqi sferasida N_3O^+ , $N_5O_2^+$, $N_7O_3^+$ va boshqalar ko'rinishdagi gidratlangan protonni saqlagan kompleks kislotalarning hosil bo'lishini ham e'tibordan chetda qoldirmaslik kerak. Xususan, $H_2O^+ [ZnCl_3^-]$ ko'rinishdagi qattiq birikmalar va shunga o'xshash boshqa birikmalarning olinganligi ma'lum.

Agar dastlabki tuzlar (yoki tuzlar va kislotalar) sifatida anion bo'yicha farq qiladigan moddalar tanlansa, unda muayyan sharoitlarda aralash ligandli kompleks anion saqlovchi tuzlarni ajratib olish mumkin. Deyarli shu sxema bo'yicha gidroksobirikmalar ham hosil qilinadi, buning uchun faqat ishqoriy metall tuzi o'rniga uning gidroksidi olinadi, markaziy ion sifatida esa gidroksidi amfoter bo'lgan metall tanlanadi. Ishqorni ikkin-

chi metallning tuziga yoki uning gidroksidiga ta'sir etgan holda sintezni amalga oshirish mumkin. Gidroksidning qo'llanilishi afzalroq hisoblanadi, chunki bunda asosli tuzlarning hosil bo'lish imkoniyati yoki gidroksotuzning begona ionlar bilan ifloslanishi kamayadi.

Ishqorning kam miqdorida amfoter gidroksidlarning (alyuminiy, galliy, indiy, xrom, qo'rg'oshin, rux gidroksidlarning) gidroksotuzlari hosil bo'ladi. Asosli xossalari kuchliroq bo'lgan gidroksidlarning gidroksotuzlarini hosil qilish uchun ishqorning ancha mo'l miqdori talab etiladi.

Ishqoriy metallarning gidroksotuzlari suvda yaxshi eriganligi sababli kristall tuzlarini olish qiyin masala hisoblanadi. Eritmaning qisman neytrallanishi esa, gidroliz jarayoni hisobiga umuman amalga oshmasligi mumkin. Organik erituvchilar yordamida tuzni ajratish ham gidroksotuzning qisman gidrolitik parchalanishi evaziga yaxshi natijalar bermaydi.

Shuning uchun, odatda, kristall gidroksobirikmalarni olish uchun ular qizdirib turgan holda konsentrlanadi, so'ng sovutiladi va filtrlanadi.

Ko'p asosli kislotalar va murakkab tarkibli kompleks anionlarni saqlagan tuzlarining katta gruppasi geteropolibirikmalarni tashkil etadi. Geteropolibirikmalarning anionlari kompleks hosil qiluvchilar sifatida Davriy sistemaning qo'shimcha gruppachasi elementlarini yoki bosh gruppachaning kislota hosil qiluvchi elementlarini (yengil elementlar azot, kislorod, ftor va xlordan tashqari) saqlashi mumkin. Ko'pgina barqaror va mustahkam geteropolibirikmalarni, ayniqsa, IV va V grupp elementlari, jumladan, kremniy va fosfor hosil qiladi. Ehtimol, geteropoli birikmalarning mustahkamligi markaziy atomning radiusiga bog'liqdir, shu bilan birga markaziy atom o'lchaminining ortishi bilan kompleksning barqarorligi kamayadi.

Kompleks geteropolianionli ligandlar tarkibiga ko'pincha faqat bitta metall oksidlarining molekulari kiradi, biroq turli metallarning oksidlarini saqlagan geteropolibirikmalar ham mavjud, masalan,



Agar ligandlar tarkibiga kiruvchi kompleks anionning markaziy atomi va elementlari bir xil bo'lsa, bunday birikmalar izopolibirikmalar deyiladi, masalan, $\text{K}_2[\text{CrO}_4(\text{CrO}_3)_2]$. Kompleks hosil qiluvchi atomlarning soniga ko'ra geteropolibirikmalar bir yoki ko'p yadrolilarga bo'linadi. Ikki yadroli geteropolibirikmaga misol sifatida $\text{H}_2[\text{P}_2\text{O}_2(\text{Mo}_2\text{O}_7)_9]$ ni keltirish mumkin. Geteropolibirikmalar turli-tuman bo'lishiga qaramasdan

ularning olinish metodlari nisbatan sodda va bir-biriga o'xshash bo'ladi.

Geteropolikislotalar sintezini bir nechta yo'llar bilan amalga oshirish mumkin.

1. Erkin kislorodli kislotalar va metall oksidlari shuningdek, erkin kislotalarning bevosita sintezi. Masalan,



2. Kislotalarning ajralib chiqadigan tarkibiy qismlarini birlashtirish. Bu usulning mohiyati quyidagidan iborat: kompleks hosil bo'lishida ishtirok etuvchi ikki kislotalarning bariylik tuzlariga qaynoq sulfat kislota ta'sir ettiriladi. Shu yo'l bilan, masalan, mishyak molibdat kislotasini olish mumkin.

Bu usulning boshqa bir qiziqarli ko'rinishi efiyatli usul hisoblanadi. Ikki tuz (masalan, natriy fosfat va natriy molibdat) eritmasi geteropolikislota tuzi hosil bo'lguncha qizdiriladi, keyin esa xlorid kislota bilan nordonlashtiriladi.

Xloridlardan geteropolikislotalarni ajratib olish uchun eritmaga dietil efir qo'shiladi va geteropolikislota efir bilan ekstraksiyalanadi, bunda xloridlar suvli fazada qoladi. Ajratib olingan efir qavatini bug'latiladi va geteropolikislotalarning kristallari olinadi.

14-MAVZU. MODDALARNI ASOSIY TOZALASH METODLARI. KRISTALLASH.

Reaja:

- 1. Moddalarni tozalash usullari.*
- 2. Kristallash.*
- 3. Bo'lib-bo'lib kristallash.*
- 4. Kristallizatsion kolonna metodi bilan tozalash.*
- 5. Zonali qayta kristallash*

Turli moddalar sintezining muvofiqasini yakunlagan holda, sintezlangan preparatlarning asosiy tozalash metodlari bilan ham tanishib chiqilsa, maqsadga muvofiq bo'lar edi. Afsuski, moddalarni ajratish jarayonlari haqidagi nazariyalar, qaysi bir metod berilgan modda uchun mukammal ekanligini aytishga hali o'zgarish qilmaydi. Shu sababli, har qaysi element yoki modda uchun maxsus tadqiqotlar o'tkazishga to'g'ri keladi. Yaqin kunlarga muayyan aniq bir modda uchun u yoki bu tozalash metodini qo'llashga qaratilgan qandaydir tavsiyalarni taklif etish imkoniyatlari mavjud emas. Tozalashning amaliy metodlarini tanlashda

asosan «sinovlar va xatolar» usuliga tayanilar edi. Ravshanki, bunday hollarda muammoning yechimi asosan tadqiqotchining tajriba va malakasiga hamda uning qandaydir «omadi»ga bog'liq bo'lib qolardi.

Hozirgi vaqtga kelib, ko'pgina eksperimental ma'lumotlar to'plandi, moddalarni ajratish metodlarining nazariy asoslari mukammallashtirildi va garchand, bunday ma'lumotlar hali yetarlicha bo'lmasa ham, eng qulay tozalash metodini tanlash imkoniyatlariga ega bo'lish uchun sharoitlar yaratildi.

Moddalarni ajratishda qo'llaniladigan deyarli barcha metodlar asosida geterogen sistemalardagi muvozanat jarayonlari yotadi. Bunday sistemalarga, birinchi, navbatda eritma-qattiq modda, eritma-bug' va eritma-eritma muvozanatlari kiradi. Shuning uchun tegishli sistemalardagi jarayonlarning termodinamika va kinetikasi bilan bog'liq bo'lgan barcha qonuniyatlar tozalash usullariga ham tegishlidir. Bu, albatta, tasodiiy hol emas, chunki sintezning o'zi moddalarning tozalanishini ham ko'zda to'tadi. Sintez va tozalash - bir-biriga bog'liq bo'lgan hamda bir-birini to'ldirib turadigan jarayonlardir.

Eritma-qattiq modda muvozanati qonunlariga qayta kristallash, ion almashinish usullari, shuningdek, kimyoviy metodlar (ular haqida keyinroq to'xtalib o'tamiz) asoslanadi.

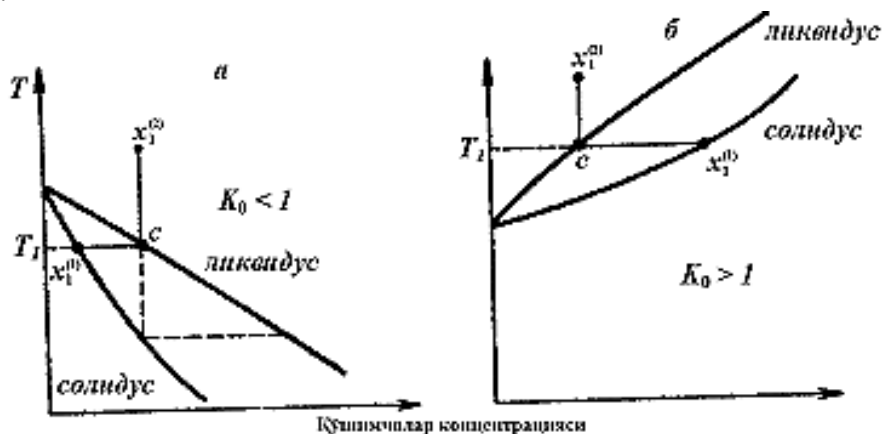
Kondensirlangan faza (suyuqlik yoki qattiq modda)-bug' muvozanatiga distillash metodi; suyuqlik-suyuqlik muvozanatiga ekstraksion metodlar asoslanadi. Albatta, bunday metodlar orasiga keskin chegara qo'yib bo'lmaydi.

Tozalash metodlarining muhokamasini eritma-qattiq modda muvozanatidan boshlaymiz. Ta'kidlab o'tganimizdek, ular asosida qayta kristallash, ion almashinish jarayonlari va ba'zi kimyoviy metodlar amalga oshiriladi.

KRISTALLASH

Kristallash yo'li bilan moddalarning tozalanishi shunga asoslanganki, kristallangan fazadagi qo'shimchalarning miqdori uning suyuqlikdagi konsentrasiyasidan farq qiladi. Konsentrsiyalardagi bu farq ajratiladigan komponentlarning kimyoviy tabiatini ifodalaydi va ajratiladigan moddalardagi molekulalaro ta'sirlanish xarakteri farq qiladigan hollardagina taqsimlanish koeffitsiyenti $K = x^{(1)} / x^{(2)}$ (bunda $x^{(z)}$ - tegishli qattiq va suyuq fazadagi qo'shimchalar konsentratsiyasi) katta qiymatlarga ega bo'ladi. Agar bunday farq bo'lmasa (masalan, agar ikkita tuzni yoki ikkita metallni ajratishga to'g'ri kelsa), unda taqsimlanish koeffitsiyenti ham kichik bo'ladi va kristallash jarayonini ko'p marta takrorlashga to'g'ri

keladi. Muvozanat taqsimlanish ko'effitsiyenti (K_0) ni holat diagrammasidan aniqlash mumkin. Asosiy moddaning (uni erituvchi deb nomlaymiz) suyuqlanish haroratini pasaytiruvchi qo'shimchalarni saqlagan ikkilamchi sistemaning holat diagrammasi 26, *a*-rasmda ko'rsatilgan.



26-rasm. Suyuqlanish diagrammasidan taqsimlanish ko'effitsiyentini aniqlash.

$x^{(2)}$ konsentratsiyali qo'shimchalarni saqlagan eritma likvidus chiziq-laridan yuqori haroratda faqat suyuq holatda mavjud bo'ladi. Agar bu eritma T_1 haroratgacha sekin sovutilsa, u qotishni boshlaydi. Hosil bo'ladigan birinchi kristall $x^{(2)}$ konsentratsiyali qo'shimchani saqlaydi (s nuqta). Qo'shimcha konsentratsiyalarining $x^{(2)}$ va s nuqtalar nisbati taqsimlanish ko'effitsiyentini beradi. 26, *a*-rasmda taqsimlanish ko'effitsiyenti 1 dan kichik kattalikka ega bo'ladi:

$$K_0 = \frac{x_1^{(1)}}{x_1^{(2)}} < 1,$$

ya'ni qattiq fazada qo'shimchanning miqdori kamayadi.

Erituvchining suyuqlanish haroratini oshiruvchi, va binobarin, 1 dan katta bo'lgan taqsimlanish ko'effitsiyentini beruvchi qo'shimchanning tegishli holat diagrammasi 26, *b*- rasmda ko'rsatilgan. Bu holda qattiq fazada ifloslantiruvchi komponentning miqdori ko'payadi. Eritmada yoki qattiq fazada qo'shimchalar miqdorining ko'payishiga qarab, eritma yoki cho'kmaning tozalanishi amalga oshiriladi.

Agar taqsimlanish ko'effitsiyenti kichik bo'lsa, unda moddaning keyin-gi tozalanishini bir nechta variantlarda o'tkazish mumkin.

Birinchi variantdi bir bosqichli kristallanish jarayoni qayta-qayta takrorlanadi (bu usul bo'lib-bo'lib kristallash deb ham nomlanadi)

Ikkinchi variantda kristallanish bir marta, lekin ko'p bosqichli jarayon

bilan amlga oshiriladi. Bu usul kristalizasion kolonna nomini olgan.

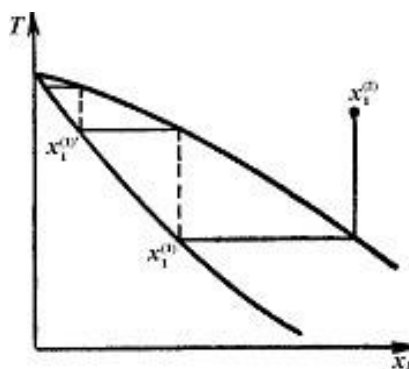
Uchinchi variantda suyuqlantirilgan zona qattiq namuna orqali o'tkaziladi. Bu usul zonali qayta kristallash yoki zonali tozalash deb nomlanadi.

Bo'lib-bo'lib kristallash

Ushbu usul yordamida, odatda, tuzlar tozalanadi, chunki bu holda arzon erituvchi sifatida suv qo'llanilishi mumkin, tuzlarning suvdagi eruvchanligi esa, haroratga bog'liq holda sezilarli darajada o'zgaradi. Usulning mohiyati shundaki, eritma haroratini o'zgartirish, bug'latish yoki cho'ktirish yo'li bilan dastlabki aralashma ikkita fraksiyaga - cho'kma va asosiy eritmaga ajratiladi. Natijada qo'shimchalar o'zlarining taqsimlanish koeffitsiyentlariga

$$K_0 = x_1^{(1)} / x_1^{(2)}$$

muvofiq, suyuqlik va qattiq fazalar orasida taqsimlanadi. Oson bo'lishi uchun faqat $K_0 < 1$ bo'lgan holatni, ko'rib chiqamiz, bunda qo'shimchalar bilan faqat eritma ifloslanadi va tozalash uchun qattiq faza olinadi. Ravshanki, agar qo'shimchalar bilan qattiq faza ifloslansa ($K_0 > 1$), unda tozalash uchun eritma olinadi. Ajratib olingan qattiq faza eritiladi (yoki suyuqlantiriladi) va kristallash jarayoni takrorlanadi. Yana qattiq faza ajratib olinadi, u yoki bu yo'l bilan ikkita fazaga taqsimlanadi va hokazo. Bo'lib-bo'lib kristallash jarayonining holat diagrammasi 27-rasmda ko'rsatilgan. Qo'shimchalar miqdori $x_1^{(2)}$ bo'lgan eritma-ni sovutish orqali qo'shimchalar konsentratsiyasi $x_1^{(1)}$ bo'lgan kristall olinadi, bunda $x_1^{(1)} < x_1^{(2)}$



27-rasm. Bo'lib-bo'lib kristallash jarayonining sxemasi.

Kristallarni suyuqlantirib, asosiy eritmada ajratgan va moddaning bir qismini suyuqlanmadan kristallab olgan holda, qo'shimchalar miqdori yanada kamaygan $x_1^{(1)}$ kristallar olinadi. Shunday ko'rinishdagi amallarni qayta-qayta takrorlab, ifloslantiruvchi komponentlarni amalda to'liq yo'qotish mumkin.

Eritmalarda kristallash variantlaridan eng qulayining tanlanishi harorat o'zgarishi bilan modda eruvchanligining o'zgarish xarakteriga bog'liq. Agar harorat o'zgarganda modda eruvchanligiga juda kam o'zgarsa, izotermik kristallash (muayyan haroratda eritmani bug'latish) o'tkaziladi. Agar harorat pasayishi bilan moddaning eruvchanligi ham kamaysa, unda issiq to'yingan eritmalarini sovutish yo'li bilan kristallash amalga oshiriladi.

Eritmadan qattiq fazani ajratishning boshqa usullari ham mavjud, masalan, eritmaga qandaydir maxsus tanlangan modda qo'shib, u ajratib olinishi kerak bo'lgan moddaning eruvchanligini kamaytiradi, bu usul «tuzlantirish usuli» deb nomlanadi.

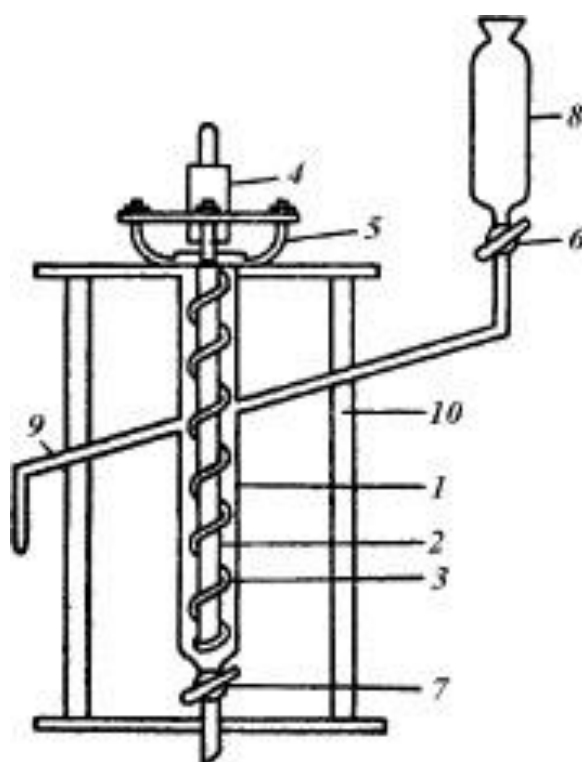
Biroq ushbu usul ancha qiyin hisoblanadi va tozalanadigan moddaning katta yo'qotishlari bilan bog'liq bo'ladi.

Kristallizasion kolonna metodi bilan tozalash

Bunday usulda ko'p bosikchli qayta kristallash jarayoni bitta kolonnada qarama-qarshi oqim ko'rinishida amalga oshiriladi. Kolonnaning quyi qismidagi harorat aralashmaning suyuqlanish haroratidan yuqori, yuqori qismida esa aralashmaning suyuqlanish haroratidan past bo'ladi. Kolonna-ning yuqori qismida hosil bo'lgan kristallar «cheksiz vint» deb nomlanuvchi spiral orqali kolonnaning pastki qismiga oqib, shu erda suyuqlanadi. Suyuqlik oqimi esa kristallarga qarama-qarshi yo'nalishda yuqoriga ko'tariladi.

Adabiyotlarda bir qator kristallizasion kolonnalarning tavsiflari keltirilgan. Shunday qurilmalardan birining sxemasi 28-rasmda namoyon etilgan.

Kolonnaning yuqori qismidagi harorat aralashmaning suyuqlanish haroratidan past *bo'lgani* uchun, pastdan kiritiladigan suyuqlanma kristallanadi va kristallar cheksiz vint orqali pastga tushib, u yerda ular yana suyuqlanadi. Pastga tushadigan kristallar suyuqlanmani yuqoriga qarab siqib chiqaradi, buning natijasida qattiq va suyuq fazalarning qarama-qarshi oqimi vujudga keladi. Agar moddalarning ajratilishi binar sistemada amalga oshirilsa, unda komponentlardan biri kolonnaning pastki, ikkinchisi esa yuqori qismida konsentrlanadi.



28- rasm. Kristallizasion kolonna sxemasi.

1 - tashqi nay; 2 - ichki nay; 3 - «cheksiz vint» deb nomlanuvchi spiral; 4 - tiqin; 5 - spiral bilan birlashtirilgan disk; 6, 7 - jo'mraklar; 8 - ta'minlovchi idish; 9 - chiqish nayi; 10 - issiqlik o'tkazmaydigan qobiq.

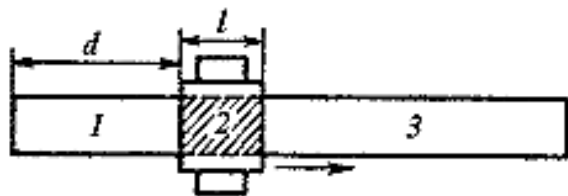
Zonali qayta kristallash

Zonali kristallash metodining mohiyati shundaki, qattiq modda orqali muayyan *yo'nalishda* bir nechta suyuqlantiruvchi zonalar harakatlanadi. Tozalanadigan moddaning suyuqlanish haroratini *qo'shimchalar* oshirishi yoki kamaytirishiga bog'liq holda, ular zona bilan birga yoki teskari *yo'nalishda* harakatlanadi. Zonali qayta kristallash usuli nafaqat toza mahsulotlar olishda, balki *o'ta* toza moddalar olishda keng *qo'llaniladi*. Jarayon qurilmalarining oddiyligigi va yuqori *bo'lmagan* haroratlarning *qo'llanilishi* bu metodning ustunligi hisoblanadi. Bundan tashqari, kimyoviy metodlardek uchinchi moddani kiritishga zarurat qolmaydi.

Zonali tozalashda boradigan jarayonlarni tassavvur qilish uchun qat-

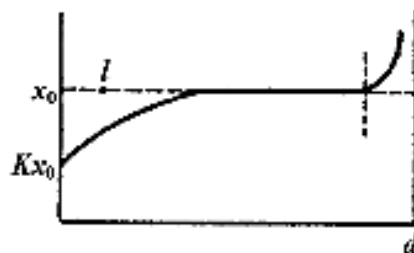
tiq eritma hosil qila oladigan ikki komponentdan iborat silindrsimon namunani *ko'rib* chiqamiz.

Namuna tarkibi d masofaga bog'liq *bo'lmaydi*, l uzunlikdagi suyuqlangan zona esa namuna *bo'ylab* harakatlanadi, shuningdek, $K < 1$ deb taxmin qi-lamiz (29-rasm).



29-rasm. Zonali tozalash sxemasi.

1 – qayta kristallashga uchragan qattiq fa-za; 2 – suyuqlantirilgan zona; 3 – suyuqlanishga uchramagan qattiq faza. Strelka bi-lan qizdirgichning yo'nalishi ko'rsatilgan.



30-rasm. Bitta suyuqlantirilgan zona-ning namuna bo'ylab o'tishida qo'shimchalarning taqsimlanishi.

Namuna *bo'ylab* zonaning *o'tishi* 30-rasmda *ko'rsatilgan* taqsimlanishga olib keladi. Rasmdan *ko'rinadiki*, egri chiziq uchta qismga ega: boshlang'ich, *o'rta* (gorizontal) va oxirgi. Bu qismlar quyidagicha vujudga keladi: suyuqlantirilgan zonaning *o'ng* tomoni namunaning boshlang'ich uchi (0 nuqta) bilan birlashganda, zonadagi *qo'shimchalarning* konsentratsiyasi x_0 ga teng *bo'ladi*. Zona *ma'lum* masofaga *ko'chganda* u $d = 0$ nuqtada Kx_0 konsentratsiyali qattiq faza qavati *ko'rinishida* qotadi. $d = l$ nuqtada zona *qo'shimchalar* konsentratsiyasi x_0 *bo'lgan* qavatini yana qamrab oladi. Natijada zonada *qo'shimchalarning* miqdori ortib, uning konsentratsiyasi yuqori *bo'lgan* qatlamlarning qotishiga olib keladi. Zonaning harakatlanishi sari *qo'shimchalarning* miqdori x_0/K ga yetguncha kamayib boradi. Shu vaqtga kelib, zonadagi va namunadagi konsentratsiyalar tenglashib, namunaning oxiriga yetgunga qadar qotgan fazadagi *qo'shimchalarning* konsentratsiyasi x_0 ga teng *bo'lib* qolaveradi. Qizdirgichning keyingi harakatlanishi suyuqlantirilgan zona uzunligining kamayishiga va undagi *qo'shimchalar* konsentratsiyasining ortishiga olib keladi. Egri chiziqning boshlang'ich qismi tozalangan sohaga mos keladi, chunki undagi *qo'shimchaning* konsentratsiyasi *o'rtacha* qiymatdan kichik *bo'ladi*. Egri chiziqning gorizontaal qismi bir jinsli tarkiblar sohasiga mos keladi. Matematik jihatdan bu ikkita qism yagona soha hisoblanadi, chunki bitta tenglama bilan xarakterlanadi. Uchinchi qism normal kristallanish tenglamasi bilan ifodalanadi. Modomiki, namunadagi *qo'shimchaning* umumiy

miqdori *o'zgarmay* qolar ekan, x_0 gorizontal chiziq ostidagi boshlang'ich qismning maydoni gorizontal chiziq ustidagi oxirgi qismning maydoniga teng *bo'lishi* kerak. Bunday jarayon bir jinsli namunaning zonali suyuqlanishi deb aytiladi. U quyidagi tenglama bilan tavsiflanadi:

$$x/x_0 = 1 - (1 - K) \exp(-Kd/e),$$

bunda x - qattiq fazadagi *qo'shimchanning* konsentrasiyasi; d - qotish nuqtasidan boshlanadigan masofa. Tenglamani namunaning butun uzunligi uchun *qo'llab bo'ladi*, bundan faqat zona uzunligiga teng *bo'lgan* oxirgi qism mustasno.

Ko'p karrali qayta tozalashning *o'tkazilishi* talab etiladigan vaqtlarda zonali tozalashning ustunligi namoyon *bo'ladi*. Ketma-ket harakatlanadigan qator qizdirgichlarni olib, bir martaga bir nechta suyuqlantirilgan zonalarni *ko'chirish* mumkin, shuningdek *bo'lib-bo'lib* kristallashdagi kabi ifloslangan fraksiyalarni tozalangan fraksiyalardan ajratish talab etilmaydi. Har bir zona o'tgandan keyin taqsimlanish egri chiziqdagi boshlang'ich qism yanada chukurroq tushadi, oxirgi qism esa *ko'tariladi* va egri chiziqdagi gorizontal qismning uzunligi qisqaradi.

Hozirgi vaqtda metallarning eng toza namunalari aynan zonali kristallash bilan olinadi. Masalan, zonali suyuqlantirish bilan olingan Ge namunalarida *qo'shimchalarning* miqdori $10^{-8}\%$ dan oshmaydi. Boshqa *ko'pgina* metallar ham mana shunday toza holatda olinishi mumkin.

Tozalashning samaradorligiga zonalarning harakat tezligi sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Yuqori tezlikda *qo'shimchalar* bevosita kristallanish sohasining yaqinida to'planadi, diffuziyalanishga ulgurmaydi va suyuqlangan zona *bo'ylab* bir tekis taqsimlanib, jarayonning samaradorligini kamaytiradi. Shuning uchun zonalarning harakatining tezligi 0,1-2,0 mm/min oralig'ida saqlansa, maqsadga muvofiq *bo'ladi*.

ION ALMASHINISH

Turli ko'rinishdagi ion almashinish metodlari bugungi kunga kelib, nafaqat analitik maqsadlarda, balki noorganik sintezning amaliy ishlarida ham o'z o'rnini topdi. Ion almashinish *qo'llaniladigan* metodlarning (ajratish xromatografiyasi, qog'oz xromatografiyasi, yupqa qavatli xromatografiya va boshqalarning) turli- tumanligiga qaramasdan, ion almashinishning an'anaviy metodlari o'z ahamiyatini yo'qotgan emas.

Ion almashinish metodi bilan hal etiladigan har qanday masalaning yechimi sorbentning to'g'ri tanlanishiga va undan foydalanish sharoitlariga bog'liq *bo'ladi*. Buning uchun sorbentning tuzilishi va xossalarini kimyoviy birikma kabi talqin qilish kerak, chunki sorbentlarning ion almashinish qobiliyati, mexanik va fizik- kimyoviy

xossalari, ularning tuzilishi sintez shiroitlariga chambarchas bog'liq bo'ladi.

Ionitlar - bu suvda yoki boshqa erituvchilarda amalda erimaydigan organik yoki noorganik moddalar bo'lib, tarkibida boshqa elektrolitlarning ionlari bilan almashina oladigan faol guruhlarni saqlovchi harakatchan ionlar mavjud bo'ladi.

Ion almashinadigan guruhlarning xususiyatlariga bog'liq holda barcha sorbentlar uchta asosiy guruhlariga bo'linadi.

1. Strukturasida kislotali guruhlarni saqlagan, ya'ni kislotali xossalarga ega bo'lgan va kationlar bilan almashina olinadigan sorbentlar (kationitlar).

2. Strukturasida asosli guruhlarni saqlagan, ya'ni asosli xossalarga ega bo'lgan va anionlar bilan almashina olinadigan sorbentlar (anionitlar).

3. Amfoter ionitlar, ya'ni pHga bog'liq holda kislotali va asosli xossalarni namoyon etuvchi guruhlarni saqlagan ionitlar.

Bundan tashqari aralash ionitlar, ya'ni strukturasida bir vaqtning o'zida ham kislotali, ham asosli guruhlarni saqlagan sorbentlar mavjud.

Ionitlarga qo'yiladigan asosiy talablar quyidagilar hisoblanadi: yuqori mexanik mustahkamlik; kimyoviy barqarorlik; minimal eruvchanlik; yuqori almashinish qobiliyati; almashinishning yetarli tezligi; muayyan turdagi ionlarni tanlash xususiyati va boshqalar.

Kationitlar o'zlarining tarkibida turli kislotali guruhlarni: sulfosulfat, karboksil, fenol, arsenat, selenat guruhlarni saqlashi mumkin.

Anionitlar tarkibiga funksional guruhlar sifatida birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi aminoguruhlar, to'rtlamchi ammoniyli asoslar va piridin asoslari kirishi mumkin.

Kationitlarning H^+ -shaklda va anionitlarning OH^- -shaklda dissosiolanish konstantasi kattaliklariga bog'liq holda barcha ion almashinish smolalar kuchli va kuchsiz kationitlarga va tegishlicha kuchli va kuchsiz anionitlarga bo'linadi.

Sorbentlarni tanlashda, birinchi navbatda, qaysi ionit (kationit yoki anionit) bilan ishlash qulayligini hisobga olish zarur. Masalan, metall ionlarini ajratishda kationitlardan katta muvaffaqiyat bilan foydalanish mumkin. Lekin shu maqsadda anionitlar qo'llanilganda bu metallarning anionli komplekslari osonroq va tezroq ajraladi.

Shuningdek, sorbentlarning u yoki bu ionlarni tanlab yutish qobiliyatini ham hisobga olish kerak. Sorbentlarning tanlab ta'sir etishi ularning kimyoviy tabiatiga bog'liq bo'ladi va smola fazasida almashinadigan

ionlar orasidagi bog'larning nisbiy mustahkamligi bilan aniqlanadi. Bunda adsorbilanadigan ionning bog' energiyasi nafaqat ion bilan sorbent orasidagi bog' mustahkamligiga, balki ionit bilan boshqa faol bo'lmagan guruhlar orasidagi bog' mustahkamligiga ham bog'liq bo'ladi.

Kuchli kationitlar va anionitlar, masalan, sulfokationitlar va to'rtlamchi ammoniyli asoslar kabi anionitlar ko'pchilik ionlarga nisbatan yuqori tanlash qobiliyatini namoyon etmaydi. Bunday smolalarning katta sig'imi, shuningdek, pHning keng oralig'ida ta'sir etish qobiliyati kuchli suyultirilgan eritmalar ni konsentrlash uchun, tuzsizlantirish uchun va barcha kation yoki anionlar to'liq ajratilishi talab etiladigan hollar uchun ularni qo'llashga imkon yaratadi. Elementlar aralashmasidan qandaydir elementni ajratib olishda shu elementni tanlab yutadigan sorbent tanlansa, juda qulay bo'ladi.

Hozirgi vaqtda selektiv sorbentlarning juda ko'p turlari ma'lum. Bunday sorbentlarni sintez qilishda shunday strukturali smolalar olinadiki, ular berilgan ion bilan barqaror komplekslar yoki erimaydigan birikmalar hosil qilsin. Masalan, smolalar strukturasi glikoksim guruhlarini kiritish yo'li bilan nikelni tanlab sorbsiyalaydigan ionit sintezlanadi.

Tegishli sorbent tanlab olingandan keyin, shu tanlab olingan ionit ning kislotalilik sohasini va uning muhit va haroratga nisbatan kimyoviy barqarorligini aniqlash zarur.

Ionlarning almashinish jarayoni B.P.Nikolskiy tomonidan taklif etilgan izoterma tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$\frac{x_1^{(2)1/Z_1}}{x_2^{(2)1/Z_2}} \cdot \frac{\gamma_1^{(2)1/Z_1}}{\gamma_2^{(2)1/Z_2}} = K \frac{x_1^{(1)1/Z_1}}{x_2^{(1)1/Z_2}} \cdot \frac{\gamma_1^{(1)1/Z_1}}{\gamma_2^{(1)1/Z_2}}, \quad (18)$$

bunda $x_1^{(2)}$ va $x_2^{(2)}$ - ionitda almashinadigan ionlarning konsentrasiyasi, mol/g; $x_1^{(1)}$ va $x_2^{(1)}$ - eritmada almashinadigan ionlarning konsentrasiyasi, mol/g; $\gamma_1^{(2)}$ va $\gamma_2^{(2)}$ - smola fazasida almashinadigan ionlarning aktivlik koeffitsientlari; $\gamma_1^{(1)}$ va $\gamma_2^{(1)}$ - eritma fazasida almashinadigan ionlarning aktivlik koeffitsiyentlari; Z_1 va Z_2 - almashinadigan ionlarning zaryadlari; K - almashinish konstantasi.

Aktivlik koeffitsiyentini smola fazasida aniqlash juda qiyin masala hisoblanadi. Lekin yutilgan holatdagi ionlarning aktivlik koeffitsiyentlari

nisbatini doimiy deb qabul qilish va bu kattalikni konstanta deb hisoblash mumkin, unda ion almashinish konstantasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$K' = \frac{x_1^{(2)1/Z_1} \cdot a_2^{(1)1/Z_1}}{x_2^{(2)1/Z_2} \cdot a_1^{(1)1/Z_2}},$$

bunda $\alpha_1^{(1)}$ va $\alpha_2^{(1)}$ - eritmada almashinadigan ionlarning aktivliklari.

Agar bizni qiziqtiruvchi ion 1 indeksi bilan belgilangan deb hisoblasak, unda bu ion uchun (18) tenglamadan foydalanib quyidagini olamiz: bunda γ_v - eritmada almashinadigan ionlarning aktivlik koeffitsientlari

$$\frac{x_1^{(1)}}{x_1^{(2)}} = K'' \left(\frac{x_2^{(1)}}{x_2^{(2)}} \right)^{Z_1/Z_2} \cdot \gamma_v = \text{const},$$

nisbatini ifodalovchi ko'paytuvchi;

$$K'' = (K')^{Z_1}$$

Bir gramm quruq smola yutgan modda miqdorining uning eritmadagi konsentrasiyasiga nisbati shu ionning taqsimlanish koeffitsiyenti deb ataladi. Amaliyotda yutishni xarakterlash uchun ko'pincha aynan shu kattalik aniqlanadi.

Taqsimlanish koeffitsienti (α) quyidagicha aniqlanadi:

$$\alpha = \frac{q_1^{(2)}}{q_1^{(1)}} \cdot \frac{V}{m} = \frac{x_1^{(2)}}{x_1^{(1)}},$$

bunda $q_1^{(1)}$ va $q_2^{(1)}$ - muvozanatda turgan tegishli smola fazasi va eritmadagi tekshiriladigan ionning miqdori; V - eritma hajmi; m – ionit tortimi.

Taqsimlanish koeffitsienti doimiy kattalik hisoblanadi va konsentrasionalarning muayyan oralig'ida tekshiriladigan ionning konsentrasiyasiga bog'liq bo'lmaydi. Bu shuni bildiradiki, qo'shimchalar elementlarining yutilishi uning eritmadagi konsentrasiyasiga to'g'ri proporsional bo'ladi, va binobarin, juda kichik konsentrasionalarda sorbsiya izotermasi chiziqli bo'ladi. Taqsimlanish koeffitsientining kattaligi almashinadigan ikkinchi ionning tabiatiga, boshqa ionlarning, shu jumladan, kompleks hosil qiluvchilarning miqdoriga, eritma kislotaligiga, harorat va bosimga bog'liq bo'ladi.

Ikkita turli ionlarning bir xil sharoitdagi taqsimlanish koeffitsientlari nisbati shu ionlarning berilgan sharoitdagi ajralish koeffitsienti deb nomlanadi.

Ion almashinish yordamida moddalarning tozalanishini bir necha usullar bilan amalga oshirish mumkin. Agar qo'shimchalar tarkibidagi ionlarning zaryadi tozalanadigan elementning zaryadidan farq qilsa, suyultirilgan va o'rtacha konsentrlangan eritmalaridan ko'p zaryadli ionlar kichik zaryadli ionlarga ko'ra kuchliroq yutiladi. Masalan, KU-2 yoki daueks-50 turdagi sulfokationitga ishqoriy, ishqoriy-yer va siyrak-yer elementlar yuttirilsa, unda suyultirilgan xlorat yoki xlorid kislotalar ta'sirida birinchi navbatda ishqoriy metallar yuviladi.

Taqsimlanish koeffitsientlari 1 ga yaqin bo'lgan elementlarni ajratish talab etiladigan bundan murakkabroq hollarda, ko'pincha, kompleks hosil bo'lishga asoslangan xromatografiya metodi qo'llaniladi. Bunda ajratiladigan elementlar komplekslarining tarkibi, kompleks hosil bo'lish sharoiti, ularning barqarorlik konstantalari katta ahamiyatga ega bo'lib qoladi.

Bu metodni bir nechta variantlarda bajarish mumkin, birinchi variantda barcha ajratiladigan ionlar oldin smolaga yuttiriladi. So'ngra kompleks hosil qiluvchi eritma smolali kolonkadan o'tkazilib, ular ajratiladi. Eritma bir-biriga yaqin joylashgan dastlabki zonalar orasini kengaytiradi va ularni ketma-ket yuvib chiqaradi. Bunda kompleks hosil bo'lishi uchun qulay sharoitlar (pH, harorat konsentrasiya, eritmani o'tkazish tezligi va hokazo) tanlanadi. Barcha ionlar qat'iy ketma-ketlikda yuviladi. Mustahkam kompleks hosil qiladigan va smola bilan kuchsiz bog'langan ionlar birinchi bo'lib yuviladi.

Ikkinchi variantda, ajratiladigan elementlarni saqlagan eritmaga kompleks hosil qiluvchi modda qo'shiladi va shu eritmada kompleksning hosil bo'lishi uchun qulay sharoit yaratiladi. So'ngra bu komplekslar aralashmasi tegishli ionitdan o'tkaziladi. Bunda mustahkamligi kuchli bo'lgan komplekslar ionitga yaxshi sorbsiyalanadi.

Ikkala variantda ham komplekslarning barqarorlik konstantalari farqi qancha katta bo'lsa, ajralish shuncha to'liq va samarali o'tadi.

Turli komplekslarning barqarorlik konstantalari muayyan ionlarni selektiv yutadigan sorbentlarni tanlashda ham muhim ahamiyat kasb etadi. Ko'p hollarda sorblangan ionlar smolaning struktur elementlari bilan kompleks birikmalar hosil qiladi. Ravshanki, smola fazasida qanchalik mustahkam komplekslar hosil bo'lsa, smolaning shu ionga nisbatan tanlash qobiliyati shunchalik yuqori bo'ladi.

Smolaning funksional guruhlari bilan hosil qilgan komplekslarning barqarorligini o'rganishga bag'ishlangan ishlar adabiyotlarda kam uchraydi. Shuning uchun amaliyotda selektiv sorbentlarni tanlashda

eritmalaridagi komplekslarning barqarorlik konstantalaridan foydalaniladi.

Karbonil va fosfatli kationitlarning ba'zi metallarga nisbatan yuqori selektivligini smola fazasida kompleks hosil bo'lishi bilan tushuntirish mumkin. Fosfatli smolalarning kationlarga nisbatan selektivligi quyidagi tartibda o'zgaradi: $\text{Th}^{4+} > \text{U}^{4+} > \text{UO}_2^{2+} \approx \text{Fe}^{3+} > \text{siyrak-yer elementlar} > \text{H}^+ > \text{Cu}^{2+} > \text{Co}^{2+} > \text{Ba}^{2+} > \text{Na}^+$.

Shuningdek, ko'pchilik ionlarning mustahkam xelat komplekslar hosil qilishi ham aniqlandi. Xelat hosil qiluvchi birikmalar asosida sintezlangan smolalar turli metall kationlariga nisbatan yuqori aktivlikni namoyon etadi. Xelat ionitlarning xossalari ko'p jihatdan oddiy xelat birikmalarining xossalari o'xshashdir, xususan, ionit fazasida xelatlarining hosil bo'lishi pHga kuchli bog'liq bo'ladi va eritmaning pHi ortishi bilan yutilish ham ko'payadi. Shu bilan birga, anionitlar ham anionli komplekslar hosil qilishga moyilligi yuqori bo'lgan ba'zi kationlar bilan koordinasion birikish qobiliyatlarini namoyon etadi.

15-MAVZU. TOZALASHNING KIMYOVIY METODLARI. EKSTRAKSIYA.

Reja:

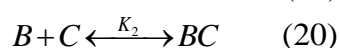
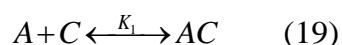
- 1. Muvozanat konstantalarining farqiga asoslangan tozalash usuli.*
- 2. Reaksiya tezliklarining farqiga asoslangan tozalash usuli.*
- 3. Kimyoviy transport reaksiyalar metodi*
- 4. Ekstraksiya.*
- 5. Distillash*

Kimyoviy metod

Moddalarning kimyoviy metod bilan tozalanishi reagentning qushimchalar va asosiy modda bilan ta'sirlanish reaksiyalarining muvozanat konstantalari farqiga hamda reagentning qo'shimchalar va asosiy modda bilan reaksiyalarining tezliklari farqiga asoslanadi. Tozalashning bu ikki turini ko'rib chiqamiz.

Muvozanat konstantalarining farqiga asoslangan tozalash usuli.

Ikkita reaksiya



parallel boradi deb faraz qilaylik, bunda A - asosiy modda; B - qo'shimcha modda; C - reagent; K_1 va K_2 - muvozanat konstantalari.

Bu jarayonda taqsimlanish koeffitsenti (β) muvozanat konstantasi bilan quyidagicha bog'lanadi:

$$\text{bunda } x_1^{(1)} \quad \beta = \frac{x_1^{(1)}}{1-x_1^{(1)}} : \frac{x_1^{(2)}}{1-x_1^{(2)}} = \frac{[B]}{[A]} : \frac{[BC]}{[AC]} = \frac{K_2}{K_1}, \quad (21)$$

va $x_2^{(1)}$ - dastlabki moddalar va reaksiya mahsulotlaridagi qo'shimchalarning mol ulushlari.

Kimyoviy reaksiyaning muvozanat konstantasi va reaksiya issiqligi orasida

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{Q}{RT^2},$$

bog'liqlik mavjud bo'lib, bunda Q - reaksiyaning issiqlik effekti. Bu ifodaga muvofiq,

$$\frac{d(\ln K_2 / K_1)}{dT} = \frac{Q_2 - Q_1}{RT^2}$$

yoki integrallab

$$\ln K_2 / K_1 = \frac{\Delta Q}{RT} + \text{const} \quad (22)$$

tenglamalarni olish mumkin, bunda $\Delta Q = Q_2 - Q_1$ - qo'shimcha va asosiy reaksiyalarning issiqlik effektlari farqi.

Agar integrallash konstantasi hisobga olinmasa, unda

$$\ln K_2 / K_1 = \frac{\Delta Q}{RT}$$

yoki, agar reaksiya issiqligi kJ/molda ifodalansa,

$$\lg K_2 / K_1 = \lg \beta = 1,8 \frac{\Delta Q}{RT} = 0,92 \frac{\Delta Q}{T}$$

ko'rinishdagi tenglamalar hosil bo'ladi. A va B komponentlar taqsimlanish koefitsiyentlarining maksimal qiymatlarini (19) reaksiya yordamida aniqlashda (23) tenglamadan foydalanish mumkin. ΔQ ning maksimal qiymati bir necha yuz kJ/mol ni tashkil etishi mumkin, lekin kam hollarda 420 kJ/mol dan yuqori bo'ladi. Agar $Q = 420$ kJ/mol bo'lsa, unda $T = 1000$ K da taqsimlanish koefitsiyenti 10^{22} ga teng bo'ladi. Bundan shunday xulosa chiqadiki, B moddani A moddadan (19) reaksiya yordamida to'liq ajratish mumkin. Agar reaksiyada gazsimon moddalar ishtirok etsa, unda (21) tenglamadagi konsentrasiyalar o'rniga komponentlarning parsial bosimlarini qo'yish kerak.

Reaksiya tezliklarining farqiga asoslangan tozalash usuli. Tozalashning ushbu usuli ko'rib chiqilganda shuni nazarda tutish kerakki, bunday hollarda ham (22) tenglamaga o'xshash bo'lgan tenglamani hosil qilish mumkin. Faqat ΔQ o'rniga ΔE ni, ya'ni aktivlanish energiyalari orasidagi farqni kiritish hamda integrallash doimiysini Arrenius doimiyligi nisbatiga teng deb hisoblash kerak. Shularni hisobga olib va o'nli logarifmga o'tgan holda quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$\lg K_2 / K_1 = \lg \beta = 0,92 \frac{\Delta E}{T} + 1,80 \lg \varphi,$$

bunda φ -Arrenius doimiyligi nisbati (u 1 dan $\sim 10^8$ gacha o'zgarishi mumkin); K_1 va K_2 - (19) va (20) reaksiyalarning tezlik konstantalari.

Reaksiyaning issiqlik effekti kabi aktivlanish energiyasi ham taxminan o'sha oraliqlarda o'zgaradi. Binobarin, kimyoviy reaksiyalar tezlik konstantalarining farqiga asoslangan tozalash usuli ham muvozanat konstantalar farqiga asoslangan tozalash singari samarali bo'lishi mumkin.

Tozalashning kimyoviy metodlari ancha katta imkoniyatlarga ega bo'lishiga qaramasdan, bu metodlar hali kam qo'llaniladi. Buning sabablaridan biri tozalash imkoniyatlarini baholash uchun kerakli ma'lumotlarning yetarli bo'lmaganligi hisoblanadi.

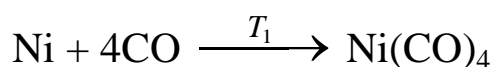
Tozalashning kimyoviy metodlari kimyoviy xossalari jihatidan bir-biridan keskin farq qiladigan elementlarga nisbatan qo'llanilsa, juda yaxshi natijalarga erishiladi. Shu yo'l bilan bariy, natriy, kalsiy xloridlarning suvli

eritmalariga natriy dietilditiokarbamat bilan ishlov berilganda temir, kobalt, nikel qo'shimchalarining miqdorini $10^{-5}\%$ ga, mis miqdorini $10^{-6}\%$ ga kamaytirish mumkin. Lekin ko'pgina elementlar xossalari bo'yicha bir-biriga yaqin bo'ladi. Masalan, kremniy va germaniyning qandaydir boshqa uchinchi komponent bilan ta'sirlanish energiyalari orasidagi farq ko'pincha $1/25$ dan oshmaydi. Binobarin, bu elementlarning boshqa reagent bilan reaksiyalari tezlik konstantalarining farqi 1000 K da 10 dan oshmasligi turgan gap. Ehtimol, xona haroratida bu nisbat 10^2-10^3 bo'lishi mumkin va bu elementlarni tozalash uchun ajratishning ko'p bosqichli jarayonlari talab etiladi.

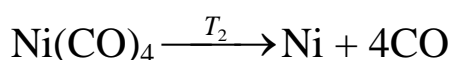
Kimyoviy transport reaksiyalar metodi

Kimyoviy transport (ko'chirish) reaksiyalari deb, odatda, gaz fazadagi geterogen qaytar reaksiyalarga aytiladi. Bunday reaksiyalar yordamida modda sistemaning bir qismidan ikkinchi qismiga ko'chiriladi, buning uchun bu zarrachalar orasida haroratlari yoki bosimlar farqi mavjud bo'lishi kerak.

Misol sifatida nikelni tozalash metodlaridan birini ko'rib chiqamiz. Bu maqsadda nikel karbonilning muayyan haroratda gazsimon holatda mavjud bo'lish qobiliyatidan foydalanamiz. Idishning bir uchiga (31-rasm) tozalanishi kerak bo'ladigan nikel solinadi. Idishdan havo so'rib olinadi, so'ng uglerod (II)-oksid bilan to'ldiriladi. Nayning sovuq ($T_1 = 45-50\text{ }^\circ\text{C}$) uchida

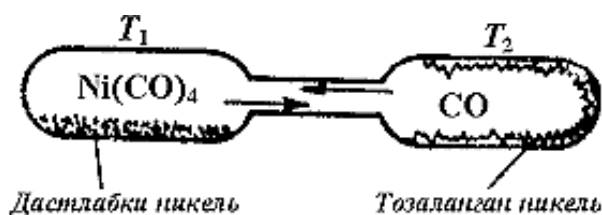


reaksiya bo'yicha nikel tetrakarbonil hosil bo'ladi. Gazsimon nikel tetrakarbonil T_2 haroratli idishning ikkinchi qismiga ($T_2 = 180-200\text{ }^\circ\text{C}$) diffuziyalanadi va u yerda



reaksiya bo'yicha parchalanadi.

T_2 haroratda muvozanat sezilarli darajada o'ng tomonga siljigani uchun, nayning sovuq uchidagi nikelning hammasi T_2 haroratli idishning ikkinchi qismiga ko'chib o'tishi mumkin.



31-rasm. Kimyoviy transport reaksiyalar metodi bo'yicha nikelni tozalashda qo'llaniladigan idishning sxemasi.

Shunga o'xshash reaksiyalarni bajarishda shuni yodda tutish kerakki, tajriba sharoitida ko'chiriladigan modda kondensirlangan (sovuq yoki qattiq) holatda, reagent va reaksiya mahsuloti esa gazsimon holatda mavjud bo'lishi kerak.

Moddaning bir reaksiya zonasidan ikkinchisiga ko'chishini uchta yo'l bilan amalga oshirish mumkin:

- reaksiya mahsulotlari gaz-reagent oqimi bilan;
- gaz-reagent va reaksiya mahsulotlarining molekulyar diffuziyasi bilan;
- gaz-reagent va reaksiya mahsulotlarining konvektiv diffuziyasi bilan.

Birinchi variant amalga oshishi uchun reagent xona haroratdayoq gazsimon yoki bug' bosimi yuqori bo'lgan kondensirlangan holatda bo'lishi kerak. Agar reagent kondensirlangan holatda bo'lsa, avvaldan B modda bug'lari bilan to'yintirilgan sistema orqali inert gaz oqimi yuboriladi.

Ikkinchi holda transport reaksiyasi yopiq idishda o'tkaziladi. Moddaning bir zonadan ikkinchisiga ko'chishi diffuziya hisobiga amalga oshadi.

Uchinchi holda moddaning bir zonadan ikkinchi zonaga ko'chishi konveksiya hisobiga boradi.

Agar tozalanadigan modda va gaz-reagent solingan ampula issiq tomoni bilan pastga qaratib qiya o'rnatilsa, ampula ichida gaz-reagent va reaksiya mahsulotlarining konveksion oqimlari hosil bo'ladi.

Boshqa kimyoviy metodlar uchun ko'rsatilgan kamchiliklarni kimyoviy transport reaksiyalar uchun ham aytish mumkin. Bu tozalashning bir bosqichli jarayonidir va shuning uchun faqatgina xossalari bo'yicha asosiy moddadan farq qiluvchi qo'shimchalarni ajratishda samarali qo'llanilishi mumkin.

EKSTRAKSIYA

Ekstraksiya - moddalarni ajratish va tozalashning eng samarali usullaridan hisoblanib, ham laboratoriya amaliyotida, ham ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Ekstraksion tozalash metodining mohiyati moddalarning o'zaro aralashmaydigan erituvchilarda turlicha taqsimlanishiga asoslanadi.

Azeotrop aralashmalar va qaynash haroratlari bir-biriga yaqin bo'lgan suyuqliklar aralashmasini ajratish imkoniyatlarining mavjudligi, yuqori selektivlik, jarayonning tez amalga oshishi va shu kabilar ekstraksion metodlarning asosiy ustunliklari hisoblanadi. Bu usullar bilan moddalarning makro- va mikromiqdorlarini ajratish mumkin, ya'ni tozalash vaqtida asosiy mahsulotni qo'shimchalardan ajratish imkoniyatlari mavjud bo'ladi.

Binobarin, suyuqlik- suyuqlik muvozanati uchun xarakterli bo'lgan asosiy qonuniyatlar ekstraksion metodning negizini tashkil etadi.

Har qanday muvozanatdagi geterogen sistema uchun moddalarni tozalash darajasining miqdoriy xarakterisikasi uning taqsimlanish konstantasi hisoblanadi. Ma'lumki, geterogen muvozanat har qaysi fazada taqsimlanadigan komponentning (μ_i) kimyoviy potentsiallari o'zaro teng bo'lishi bilan xarakterlanadi, ya'ni

$$\mu_1^{(1)} = \mu_1^{(2)},$$

bunda yuqoridagi indekslar turli fazalarni ifodalaydi. Lekin har bir potentsialning o'zi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\mu_1^{(1)} = \mu_1^{(1)*} + RT \ln a_1^{(1)} \quad \text{va} \quad \mu_1^{(2)} = \mu_1^{(2)*} + RT \ln a_1^{(2)},$$

bunda μ_i^0 - i-komponentning standart kimyoviy potentsiali; a - uning aktivligi. Bu tenglamalarni oldingi formulaga qo'ysak,

$$\mu_1^{(1)*} + RT \ln a_1^{(1)} = \mu_1^{(2)*} + RT \ln a_1^{(2)}$$

yoki

$$\frac{a_1^{(2)}}{a_1^{(1)}} = e^{\left(\mu_1^{(2)*} - \mu_1^{(1)*}\right) / RT} = e^{\Delta\mu_1^* / RT} = K$$

ko'rinishdagi tenglamalarni hosil qilamiz: Biroq taqsimlanadigan komponent bo'lgani uchun, tozalash darajasining taqsimlanish koeffisienti (α) qo'llaniladi. Ideal holatda taqsimlanish koeffisiyenti Nernst qonuni bilan ifodalanadi. «Har bir eritilgan moddaning ikkita faza orasidagi taqsimlanishi individual (xususiy) taqsimlanish koeffisiyenti bilan aniqlanib, uning kattaligi boshqa moddalarning ishtirokiga bog'liq bo'lmaydi». Demak, ideal holat uchun quyidagi nisbat o'rinlidir:

aktivliklarining aniqlanishi qiyin xarakterisikasi sifatida ko'pincha

$$\alpha' = \frac{x_1^{(2)}}{x_1^{(1)}},$$

bunda $x_1^{(k)}$ - k-fazada taqsimlanadigan komponentning konsentratsiyasi.

Agar ikkala fazadagi taqsimlanadigan moddalarning konsentratsiyasini uning shu fazalardagi eruvchanligiga to'g'ri proporsional deb hisoblasak, unda tenglama soddalashadi va a ikkita doimiy kattaliklar, ya'ni komponentning ikkala fazadagi eruvchanliklari (s) nisbati aniqlanadi:

$$\alpha^* = \frac{s_1^{(2)}}{s_1^{(1)}}$$

Shuni yana bir karra ta'kidlash joizki, (24) va (25) ifodalarni faqat ideal eritmalar uchun qo'llash mumkin.

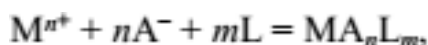
Umuman olganda esa, α kattalik bir nechta omillarga bog'liq bo'ladi, bular: suvli fazada taqsimlanadigan moddaning konsentrasiyasi, kislota va tuzlarning bor- yo'qligi, ekstraksiyalanadigan moddaning tarkibi va boshqalar.

Ekstraksiya jarayonining selektivligi ajralish koeffitsiyenti (β) kattaligi bilan aniqlanib, u ajratiladigan moddalarning taqsimlanish koeffitsiyentlari nisbatiga teng bo'ladi:

$$\beta = \alpha_1 / \alpha_2$$

Hozirgi vaqtda ekstraksiya yo'li bilan asosan tuzlar (yoki ular tarkibidagi metallar) tozalanadi, shu sababli tuzlar ekstraksiyasi bilan yaqindan tanishib chiqamiz.

Ma'lumki, tuzlarning ekstraksiyasi asosan organik erituvchilarda eriydigan yangi birikmalarning hosil bo'lishi natijasida amalga oshadi. Eng oddiy ko'rinishda ekstraksiya reaksiyasini quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:



unda reaksiya konstantasi (K)

$$K = \frac{[MA_nL_m]}{[M^{n+}][A^-]^n[L]^m} \cdot \frac{\gamma_M^2}{\gamma_{\pm}^{n+1} \cdot \gamma_L^m}$$

ko'rinishni oladi, bunda $\gamma_M^{(2)}$ - organik fazadagi M ning aktivlik koeffitsiyenti, γ_{\pm} - tuz aktivligining o'rtacha molyal koeffitsiyenti; γ_L - ekstragentning aktivlik koeffitsiyenti. Shulardan kelib chiqqan holda, quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

[A], [L] va aktivlik koeffitsiyentlari nisbatining doimiy kattaliklarida taqsimlanish koeffitsiyenti ekstraksiyalanadigan tuzning konsentrasiyasiga bog'liq bo'lmaydi.

Boshqa ko'pgina hollarda taqsimlanish koeffitsiyenti konsentrasiyaga kuchli bog'liq bo'ladi. Ajratib olinadigan elementning suvli eritmadagi konsentrasiyasi yuqori bo'lsa, organik fazaning to'yinishi hisobiga taqsimlanish koeffitsiyenti kamayishi mumkin. Taqsimlanish koeffitsiyentiga, shuningdek, eritmalar tarkibi ham jiddiy ta'sir ko'rsatishi mumkin, chunki

taqsimlanish koeffitsiyenti ekstraksiyaga uchraydigan moddaning hosil bo'lishida ishtirok etadigan barcha moddalarning tabiati va konsentrasiyasiga bog'liq bo'ladi, masalan, ekstraksiyalanmaydigan tuz yoki kislota shaklida eritmaga kiritiladigan anionning (A) konsentrasiyasi ortishi bilan taqsimlanish koeffitsiyenti ham ortib boradi. Tuzlantiruvchilar deb nomlanadigan bunday tuz yoki kislotalarning kiritilishi taqsimlanish koeffitsiyentini oshirishning qulay usuli hisoblanadi.

Suvli eritmalardagi vodorod ionlarining konsentrasiyasi ham taqsimlanish koeffitsiyentiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Bunday ta'sir ekstraksiyalanadigan birikmaning hosil bo'lishida vodorod ionlarining ishtirok etishi, shuningdek, ekstraktning bir qismi kislota bilan birikishi tufayli kelib chiqadi. Suvli eritmalarning pHi o'zgarganda ekstraksiyalanadigan tuz tarkibiga kiruvchi anionlarning muvozanat konsentrasiyasi almashishi mumkin. Eritma pHining taqsimlanish koeffitsiyentiga ta'siri, ayniqsa ichki kompleks birikmalarni ekstraksiyalashda sezilarli bo'ladi.

Ekstraksiyalanadigan birikma tarkibiga kirmaydigan, lekin ekstraksiyalanadigan tuz kationi bilan kompleks birikma hosil qila oladigan begona ionlarning eritmada mavjud bo'lishi ham amaliy ahamiyat kasb etadi. Bunday begona ionlarning ta'sir qilish samaradorligi tegishli kompleks birikmalarning beqarorlik konstantalari bilan aniqlanadi. Bu vaziyat begona elementni ekstraksiyalanmaydigan kompleks birikmaga o'tkazish yo'li bilan elementlar ajratiladigan ekstraksiyon jarayonlarda ko'p qo'llaniladi.

O'zaro aralashmaydigan suyuqliklar orasida elementning taqsimlanish jarayoni uchun muhim xarakteristikalaridan biri uning organik faza tabiati va tarkibiga bog'liqligidir. Ekstragentlar sifatida turli kislorod saqlovchi organik erituvchilar, masalan, efirlar, ketonlar, spirtlar qo'llaniladi. Hozirgi vaqtda fosfororganik birikmalar va yuqori molekulyar massali aminlar katta ahamiyatga ega bo'lmoqda. Bu ekstragentlar, odatda, turli organik suyultiruvchilardagi eritmalar ko'rinishida qo'llaniladi. Organik erituvchilar ekstragent hamda ajratiladigan moddaga nisbatan inert bo'lishi kerak. Bundan tashqari, ba'zan ko'pchilik elementlar bilan ichki kompleks birikmalar hosil qiladigan kuchli organik kompleks hosil qiluvchilardan ham foydalaniladi.

Ekstragent xossalari ta'siri nafaqat bevosita (ajratiladigan modda bilan ta'siri), balki bilvosita (erituvchi molekullarning o'zaro yoki suyultiruvchi bilan ta'siri) ham bo'lishi mumkin. Hozirgi vaqtda ekstraksiyon sistemalarning turli klassifikatsiyalari taklif etilgan. Xususan, metallarni ekstraksiyalash jarayonlarini quyidagi sinflarga bo'lish mumkin: turli

solvatlarning, masalan, tributilfosfat bilan tuz komplekslarining hosil bo'lishi bilan boradigan ekstraksiya; organik kislotalar va tuzlar yordamida ekstraksiya (xelatlar ekstraksiyasi): oksoniyli, ammoniyli birikmalar ekstraksiyasi va boshqalar.

Garchand bunday sinflanish shartli bo'lishiga qaramasdan, u metallar ekstraksiyasi mexanizmiing asosiy variantlarini qamrab oladi. pHning nisbatan yuqori qiymatlarida ekstraksiyalanadigan metall kationlarining komplekslari hosil bo'lib, ularning ichki koordinasion sferasiga organik birikma molekulalari kiradi. Kislotali eritmalarida esa, organik kationlarning metall saqlovchi noorganik kompleks anionlar bilan hosil qilgan birikmalari ekstraksiyalanadi.

Real jarayonlarda ekstraksiyaning turli kimyoviy mexanizmlari orasiga qat'iy chegara qo'yib bo'lmaydi. Lekin barcha ekstraksiyon ajratish jarayonlari u yoki bu darajada metall saqlovchi molekula yoki ionning suvga moyilligi hisobiga vujudga keladigan yo'qotishlarni taxmin qiladi.

DISTILLASH

Distillash deganda, odatda, suyuq aralashmalarni qisman bug'latish va hosil bo'lgan bug'larni kondensasiyalash yo'li bilan turli tarkibdagi fraksiyalarga ajratish jarayonlari tushiniladi. Lekin bu ta'rif uncha to'liq emas, chunki moddaning qandaydir qismi suyuqlanmasdan gazzimon holatga o'tish qobiliyatini namoyon etishi mumkin (sublimatlanish jarayoni). Shu kabi jarayonlarni ham distillashga kiritish bo'ladi, chunki qanday muvozanat (suyuqlik-bug' yoki qattiq modda-bug') yuzaga kelishidan qat'iy nazar, distillash jarayoni asosida bir xil ko'rinishdagi tenglama yotadi.

Soddalashtirish uchun bir komponentli sistemani ko'rib chiqamiz. Fazalar qoidasiga muvofiq, bunday sistemada haroratning o'zgarishi bilan faqat ikkita faza mavjud bo'ladi. Fazalar orasidagi muvozanat shartlari Klauzius-Klapeyron tenglamasi bilan aniqlanadi.

$$\frac{dP}{dT} = \frac{Q_{1-2}}{T(V_2 - V_1)},$$

bunda P va T - muvozanatdagi sistemaning bosimi va harorati; Q_{1-2} - T haroratda 1-fazaning 2-fazaga o'tishda ajraladigan issiqlik; V_1 va V_2 - birgalikda mavjud bo'ladigan fazalarning molyar hajmlari.

Quyidagi taxminlarni kiritganimizda bu tenglamani soddalashtirish mumkin;

- a) to'yinmagan bug' ideal gaz kabi bo'ladi;
- b) kondensirlangan fazaning hajmi inobatga olinmasligi mumkin;

v) fazali o'tish issiqligi haroratga bog'liq emas. Bu hol uchun $V_2 - V_1 = V_2$ (V_2 - bug' fazaning hajmi) va $V_2 = RT/P$ bo'ladi. Demak,

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H \cdot P}{RT^2}$$

bunda ΔH - bug'lanish yoki sublimatlanishda 1 mol gazning hosil bo'lish is-siqligi.

Tenglamani quyidagi ko'rinishga keltirish.

$$\frac{d \ln P}{d(1/T)} = -\frac{\Delta H}{R}$$

va integrallash mumkin:

$$\ln P = -\frac{\Delta H}{RT} + \text{const.}$$

Integrallash konstantasining fizikaviy ma'nosi $T = T_{\text{qayn}}$ va $P = 1 \text{ atm}$ sha-roitda aniq namoyon bo'ladi:

$$\frac{\Delta H}{T_{\text{qayn}}} = \text{const} \cdot R = \Delta S,$$

bu erda ΔS - bir mol bug' fazasining hosil bo'lishida entropiyaning o'zgar-i-shi, unda

$$\text{const} = \frac{\Delta S}{R}.$$

O'nli logarifmga o'tgan holda va $R = 8,325 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ qiymatni kiritib, qu-yidagini olamiz:

$$\lg P = \frac{\Delta H}{19,169T} + \frac{\Delta S}{19,169}$$

Bu tenglama $\lg P = -\frac{A}{T} + B$ ko'rinishda to'yingan bug' bosimining haroratga

bog'liqligini ifodlash uchun keng qo'llaniladi.

Klauzius-Klapeyron tenglamasini keltirib chiqarishda bitta shartdan foydalanildi, chunonchi: bosim faqat haroratning funksiyasi hisoblanadi. Binobarin, bosimning haroratga bog'likligi Klauzius-Klapeyron tenglama-siga o'xshash tenglama bilan ifodalanadi.

Bunday paytda barcha kondensirlangan fazalari muayyan tarkibga ega bo'lgan sistemalarni hamda eritmalar ishtirokidagi sistemalarni bir-biridan farqlash kerak.

Oldin umumiy bug' bilan muvozanatda turgan mustaqil kondensirlangan

fazalarni hosil qiluvchi ikkita komponentli sistemani ko'rib chiqamiz.

Qattiq qo'shimchani qattiq reaksiya mahsulotidan ajratish talab etadigan hollarda bunday ko'rinishdagi sistemalar ancha ko'p uchraydi.

Agar $P = p_1 + p_2$ shart bajarilsa, uchta fazaning birgalikda mavjud bo'lish imkoniyati vujudga kelib, bunda P - umumiy bosim, p_i - 1 va 2 komponentlar *to'yingan* bug'larining parsial bosimini anglatadi. Sistemaning umumiy bosimi haroratga bog'liq *bo'lib*, birgalikda mavjud *bo'ladigan* fazalarning massasiga bog'liq emas. Fazalar qoidasiga muvofiq, ikki komponentli uch fazali sistemalar monovariantli hisoblanadi. Binobarin, kondensirlangan fazaning bug' bilan muvozanatini ifodalash uchun quyidagi tenglamani qo'llash mumkin:

$$\frac{dp}{dT} + \frac{Q_{1-2}}{T(V_2 - V_1)},$$

bunda Q_{1-2} - bir mol ikki komponentli gazning hosil bo'lish issiqligi; $V_2 - V_1$ mol shu gazning hajmi; V_1 - kondensirlangan fazaning o'rtacha molyar hajmi.

Tenglamani integrallanishi quyidagini beradi:

bunda ΔH^* va ΔS^*

$$\ln P = -\frac{\Delta H^*}{RT} + \frac{\Delta S^*}{T},$$

kattaliklar bug' hosil bo'lishining brutto-xarakteristikasi hisoblanadi, ya'ni ular bir mol ikki komponentli bug'ning hosil bo'lish issiqligini va entropiyani xarakterlovchi kattaliklardir.

Bu kattaliklar va bug' hosil bo'lishining haqiqiy xarakteristikalari orasida qanday bog'liqlik bo'lishi mumkin? Bu savolga javob berish uchun ikkita holni ko'rib chiqamiz.

1. $\Delta H_1 = \Delta H_2$, bunda $\Delta H_i - 1$ 1 mol i -komponent bug' ining hosil bo'lish issiqligi. Bu vaqtda $\Delta S_1 \approx \Delta S_2$, chunki bug'lanish entropiyasining va sublimatlanish entropiyasining o'zgarishi (ΔS) ko'pgina jarayonlar uchun doimiy kattalik hisoblanadi. Bunday sharoitda $r_1 \approx r_2$ bo'ladi va haroratning qandaydir oralig'ida $r_1 = \delta r_2$ bilan ifodalanishi mumkin (bunda δ - taxminan 1 ga teng bo'lgan koeffitsiyent). Ya'ni uchuvchanligi taxminan bir xil ($r_1 \approx r_2$) bo'lgan o'zaro qattiq fazada aralashmaydigan komponentlar aralashmasi bug'larining brutto-xarakteristikalari alohida olingan har bir komponentlarning tegishli xarakteristikalariga yaqin bo'ladi.

Bundan tesqari xulosa ham chiqarish mumkin: agar ΔH_1 qiymati ΔH_2 dan kam farq qilsa, unda bunday aralashmani ajratish ancha qiyin hisoblanadi, ya'ni ajratilishi talab etiladigan ikki modda bug'larining hosil bo'lish ΔH

qiymatlarini bilgan holda, ularni distillash yordamida ajratish imkoniyatlarini ham oldindan aniqlash mumkin.

2. $\Delta H_1 < \Delta H_2$. Bu holatga $r_1 > r_2$ mos keladi. Unda $R = r_1$, $\Delta H^* = \Delta H$, $\Delta S^* = \Delta S$ deb hisoblash mumkin. Boshqacha aytganda, o'zaro ta'sirlashmaydigan hamda uchuvchanligi keskin farq qiladigan ($r_1 > r_2$) ikkita komponentlar aralashmasining brutto-xarakterisikalari uchuvchanligi yuqori bo'lgan komponentning tegishli xarakterisikalariga yaqin bo'ladi.

Demak, agar $\Delta H_1 < \Delta H_2$ bo'lsa, unda berilgan holatda moddalarni bema'lol ajratish mumkin, bunda i-komponent 2-komponentga nisbatan kondensatorning sovuqroq qismida cho'ka boshlaydi.

Har qanday monovariantli bug'lanish jarayoni uchun kondensirlangan fazalarning sonidan qat'iy nazar, $\lg P = f(1/T)$ bog'liqlik harorat va bosimning uncha keng bo'lmagan sohasida to'g'ri chiziqni hosil qiladi. Shunday qilib, ajratiladigan komponentlarning bug' bosimini aniqlagan holda, distillashning sumlibasion metodi yordamida aralashmani ajratish imkoniyatlari haqida xulosa chiqarish mumkin.

Suyuqlik-bug' muvozanatiga asoslangan distillash metodlarini ko'rib chiqishdan oldin shuni ta'kidlash joizki, bunday metodlarda suyuqlik va uning sirtidan bug'lanadigan bug'ning tarkiblaridagi farqlardan foydalaniladi. Miqdoriy jihatdan bunday farq nisbiy uchuvchanlik kattaligi bilan xarakterlanishi mumkin. Bu kattalik berilgan sharoitda ajralish koeffitsiyenti β ga mos keladi. Suyuqlik-bug' sistemasi uchun quyidagi ifoda o'rinlidir:

$$\beta = \frac{x_1^{(1)}}{1 - x_1^{(1)}} : \frac{x_1^{(2)}}{1 - x_1^{(2)}}$$

bunda $x_1^{(1)}$ va $x_1^{(2)}$ - tegishli suyuq va bug' fazalardagi qo'shimchalarning molyar ulushlari.

Ajralish koeffitsiyenti β kattaligi bir karrali ajratish jarayonining muhim xarakterisikasi hisoblanadi. Agar $\beta = 1$ bo'lsa, unda aralashmaning ajralishi sodir bo'lmaydi, chunki ikkala fazaning tarkibi bir xil bo'ladi, β 1 dan qancha ko'p farq qilsa, ajralish shuncha samarali o'tadi. Ajralish koeffitsiyenti harorat, ajratiladigan aralashma tarkibi va komponentlar tabiatiga bog'liq bo'ladi. Tozalashning har bir aniq holati uchun qo'llaniladigan metodning samaradorligini baholashda, qulay sxema va jarayon rejimini tanlashda ajralish koeffitsiyenti qiymatlarini bilish zarur.

Odatda eritmalarni disillash turlari 3 ga bo'linadi: oddiy haydash, rektifikasiya va molekulyar distillash.

Oddiy haydash. Oddiy haydashning eng qulay varianti - bu muvozanatdagi haydash hisoblanib, uni amalga oshirish uchun quyidagi shartlarga rioya qilish talab etiladi:

a) bug'lanish vaqtida suyuqlikning butun hajmi bo'yicha tarkib aynan o'xshash bo'lishi kerak;

b) bug'lanish vaqtida suyuqlik va bug' orasida termodinamik muvozanat mavjud bo'lishi kerak.

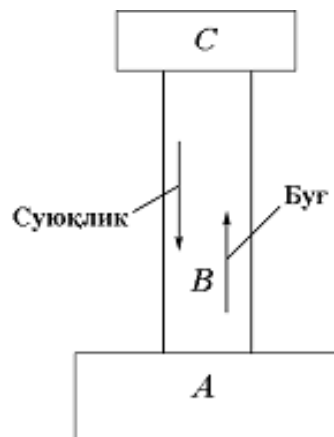
Agar ajralish koeffitsiyenti katta bo'lsa, unda eritma bug'latilganda distillyatning dastlabki porsiyalari yuqori haroratda qaynaydigan komponentdan holi bo'ladi. Bu komponent qoldiqda, ya'ni haydash apparatida qoladigan eritmada konsentrlanadi. Bunday oddiy haydash usuli aralashmani individual (alohida) moddalardan iborat fraksiyalarga ajratishga imkon beradi.

Bu metodning asosiy yutuqlaridan biri uning oddiy bajarilishidir. Murakkab bo'lmagan qurilmalarning qo'llanilishi evaziga haydash usuli qaynash harorati yuqori bo'lgan moddalarni: metallar, tuzlar va boshqalarni tozalash uchun ko'p qo'llaniladi. Shuningdek, ba'zan termobarqaror yoki havoga nisbatan beqaror moddalarni tozalashda ham haydashdan foydalaniladi. Bunday hollarda haydash jarayoni, odatda, past bosimda (vakuum osida) o'tkaziladi.

Rektifikasiya. Rektifikasiya jarayoni maxsus apparatlar - rektifikasion kolonnalarda olib boriladi. Kolonnaning sxemasi 32-rasmda tasvirlangan. Kolonna tubida (A) suyuqlikning qaynashidan hosil bo'ladigan bug' kolonna uzunligi bo'yicha yuqoriga qarab kondensatorga (C) ko'tariladi. Kondensat esa kolonna bo'yicha tubga (A) qaytib oqib tushadi. Shunday qilib kolonnaning rektifikasiyalanadigan qismida (B) suyuqlik va bug'ning qarama-qarshi oqimi vujudga keladi; suyuqlik va bug' orasida massa almashinish jarayoni amalga oshadi, ya'ni komponentlarning fazalararo taqsimlanishi sodir bo'ladi. Kolonnaning ikki uchida fazalarning o'zgarishi kuzatiladi: bug' kondensatorida suyuqlikka, suyuqlik esa kolonna tubida bug'ga aylanadi. Suyuqlik va bug' orasidagi o'zaro ta'sir qancha kuchli bo'lsa, fazalararo massa almashinish jarayonining tezligi shuncha yuqori va kolonnada ajralish shuncha samarali bo'ladi.

Binobarin, rektifikasiyalash jarayoni natijasida qaynash harorati kichik bo'lgan komponent kolonna yuqori qismida konsentrlanadi va disitlyat ko'rinishida oxirgi mahsulot sifatida ajratib olinadi. Kondensatorida hosil

bo'ladigan suyuqlik ikki qismga bo'linadi. Uning bir qismi mahsulot sifatida ajratib olinadi, ikkinchi qismi esa kolonnaga sug'oriladigan oqim - flegma ko'rinishida qaytariladi. Sug'orish tezligining mahsulotni ajratib olish tezligiga nisbati flegma soni deb aytiladi.



32-rasm. Rektifikasion kolonnaning sxemasi.

A - tub (qaynatgich); B- rektifikasiya qiladigan qism; C - kondensator.

Ko'pincha ajratib olish tezligi ajralish darajasi kattaligi bilan xarakterlanib, oxirgi mahsulot sifatida olinadigan oqim ulushini ifodalaydi. Flegma soni va ajralish darajasi orasida quyidagi bog'liqlik mavjud:

$$q = \frac{1}{\Phi + 1},$$

bunda q - ajralish darajasi; Φ - flegma soni.

Agar mahsulot kolonnadan ajratib olinmasa ($q = 0, \Phi = \infty$), unda kolonna ajratilmaydigan rejimda yoki to'liq flegmada ishlaydi deb aytiladi.

Kolonna ajratib olinadigan rejimda ($q > 0, \Phi < \infty$) ishlasa, kolonna tubiga tushirilgan aralashma uzluksiz ajratib olish yo'li bilan qaynash ha-roratlari turli bo'lgan fraksiyalarga ajratilishi mumkin. Bunday holda «rektifikasiya» atamasi «fraksion haydash» atamasi bilan aynan bo'ladi. Laboratoriya sharoitida odatda davriy ishlaydigan kolonnalar qo'llaniladi.

Suyuqlik va bug' orasidagi ta'sirlanish xarakteri bo'yicha barcha rektifikasion kolonnalarni 3 turga bo'lish mumkin.

1. «Tarelka»li kolonnalar, ularda suyuqlik va bug' orasidagi ta'sir kolonnaning turli kesimlarida joylashtirilgan maxsus qurilmalar - «tarelka»larda amalga oshadi. Har bir tarelkada suyuqlik va bug' orasida aralashma komponentlarning qayta taqsimlanishi sodir bo'ladi. Ta'sir sharoitlari (adiabatlik, aralashtirish, oqimlar tezligi, tarelkadagi suyuqlik miqdori) qanchalik yaxshi bo'lsa, suyuqlik va bug' tarkiblari orasidagi nisbat shuncha muvozanatga yaqin bo'ladi. Oxirgi holda bu nisbat muvozanatga

mos keladi. Bu shartga javob beruvchi tarelka nazariy tarelka deb nomlanadi.

2. Nasadkali kolonna. Suyuqlik va bug' orasida ta'sir kolonnaning butun uzunligida - «nasadka»larda bevosita amalga oshadi. Nasadkalar sifatida shisha yoki chinni halqalar, metall spiral bo'laklari va boshqalar ishlatiladi. Nasadkalar suyuq va bug' fazalarning bir-biriga tegib turadigan maydonini kattalashtirib, ajralish samaradorligini ko'paytiradi.

3. Plyonkali kolonnalar - suyuqlik va bug' orasidagi ta'sir kolonnaning butun uzunligi bo'ylab yuqoridan oqib tushadigan suyuqlik hosil qiluvchi plyonka sirtida bevosita amalga oshadi. Doimiy qalinlikdagi plyonka rektifikasion kolonnaning kirish joyida o'rnatilgan maxsus qurilma yordamida hosil bo'ladi. Kolonna tubiga oqib tushadigan suyuqlikning bug'lanishi hisobiga hosil bo'ladigan bug', yaxlit ustun ko'rinishida kolonna yuqoriga bo'sh joylarni to'ldirib ko'tariladi. Shunga binoan, fazalararo massa almashinish kolonna uzunligi bo'ylab suyuq plyonka-bug' chegarasida bevosita sodir bo'ladi. Plyonka qalinligi katta bo'lmaganligi uchun, kolonnaning ko'ndalang kesimida plyonka qalinligi bo'yicha suyuqlik tarkibining baravarlashishi deyarli bir onda sodir bo'ladi. Unda fazalararo massa almashinish tezligi ajratiladigan komponentning bug' fazadagi diffuziyasi bilan aniqlanadi.

Molekulyar distillash. Agar tozalanidagan moddani uzoq vaqt qaynatib bo'lmasa, retifikasiya past bosimda o'tkaziladi, chunki asosiy modda va qo'shimchalardan iborat aralashmaning qaynash harorati pasayishi kerak.

Klauzius-Klapeyron tenglamasida

$$\frac{d \ln P}{dT} = - \frac{\Delta H}{RT^2}$$

To'yingan bug' bosimi atmosfera bosimiga teng va ΔH haroratga bog'liq emas deb qabul qilsak, tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\ln \frac{P}{760} = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)$$

yoki

$$T = \frac{\Delta H}{\frac{\Delta H}{T_0} - R \ln \frac{760}{P}}$$

bunda T_0 - moddaning atmosfera bosimidagi qaynash harorati; T - P bosimdagi qaynash harorati.

Tenglamadan ko'rinadiki, qaynab turgan suyuqlik ustidagi bosimni kamaytirish yo'li bilan qaynash haroratini pasaytirish mumkin. Disillash metodlarida haroratning kamayishi orqali hamma vaqt taqsimlanish koef-fisiyentining ortishiga olib keladi.

Uzoq vaqt qaynatib bo'lmaydigan moddalarning tozalanishi yuqori va-kuumda o'tkazilsa, maqsadga muvofiq bo'ladi. Bunday ko'rinishdagi disil-lash ba'zan molekulyar disillash deb nomlanadi. Molekulyar disillashda suyuqlik va bug' orasida muvozanat mavjud bo'lmaydi. Muvozanitning qaror topishiga bug'ning kondensirlanishi halaqit beradi. Ideal holatda bug'-lanadigan suyuqlik molekulalari suyuqlik sirtidan kondensator sirtigacha bo'lgan masofani bir-biri bilan yoki qoldiq gaz molekulalari bilan to'q-nashmasdan o'tadi va to'liq kondensirlanadi deb hisoblash mumkin; konden-sat oxirgi mahsulot sifatida ajratib olinadi. Molekulyar disillashni, odatda, 0,1-0,01 Pa bosimda o'tkazish kerak.

LABORATORIYA MASHG"ULOTLARI

ODDIY SINTEZLAR METODIKASI ISH JURNALINI TUTISH VA HISOBOT YOZISH

Har bir magistrantning «Noorganik sintez» dan laboratoriyadagi fao-liyatini aks ettiruvchi hujjat uning ish jurnalidir. Shuning uchun uning muqovasiga magistrant ismi va familiyasi, «Noorganik sintez» so'zi yozi-ladi. Topshiriq olgan magistrant uni bajarish metodikasi bilan tanishib chiqib, sintezni bajarishdan oldin uning rejasini tuzadi. Bunda dastlab ish jurnaliga ishning mavzusi, ishning tartib raqami, sintezning nomi, foydalanilgan adabiyot muallifi va nomi, ish boshlangan vaqti, asosiy va qo'shimcha reaksiyalarning tenglamalari hamda ma'lumotnomalardan foyda-lanib reaksiya uchun olingan dastlabki moddalarning fizikaviy konstan-talari (rangi, qaynash yoki suyuqlanish harorati, zichligi, molyar massasi, nanga va havo kislorodiga munosabati) va ularning nazariy hamda metodika bo'yicha miqdori, reaksiya tenglamasi asosida hisoblashlar yoziladi.

Ish rejasi foydalanilgan qo'llanmadagi ish metodikasining aynan o'zi bo'lmasligi kerak. Bunda biror moddani sintez qilishda ishlatilgan reaktivlarning miqdori aniq ko'rsatilishi va ular tozalangan hamda kon-stentrasiyalari aniq bo'lishi kerak. Sintez qilinadigan moddaning fizik konstantalari (molyar massasi, suyuqlanish va qaynash harorati, zichligi,

rangi) ma'lumotnomadan yoki foydalanilgan adabiyotdan topib yoziladi va sintez olib boriladigan asbobning sxemasi chiziladi.

Sintezning tavsifini va ish rejasini o'qituvchi ko'rib tasdiqlaganidan so'ng magistrantga sintezni bajarishga ruxsat beradi.

Magistrant biror sintezni bajarish davomida ish jurnaliga shu sintez yuzasidan hisobot yozadi. Hisobotda bu ishning metodikasi, ya'ni reaksiyani olib borish shart-sharoitlari, sintez davomida eksperimentator tomonidan kuzatilgan reaksiyaning o'ziga xos belgilari (modda rangining o'zgarishi, cho'kma hosil bo'lishi, issiqlik va gaz ajralishi), ayrim operatsiyalarni, masalan, reaksiyon aralashmaga ikkinchi komponentni qo'shish, qaynatish yoki sovutish kabi jarayonlarning muddati hamda reaksiya uchun olingan reaktivlarning miqdori aniq va to'liq yozib boriladi. Ayniqsa ish hisobotida sintez qilib olingan moddaning unumi va tozalash (filtrlash, qayta kristallash, xromotografiya, bug'latish, quritish) usullari to'la yoritilishi shart.

Hisobot yakunida sintez qilingan moddaning fizikaviy konstantalari quyidagi jadval tarzida beriladi, olingan reaktiv miqdori, konstantalari va moddani sintez qilgan magistrant ismi va familiyasi etiketkaga yozilgan holda hamda moddaning o'zi og'zi berk idishga yoki og'zi kavsharlangan ampulaga solinib, formulasi va ismi yozilgan etiketkaga yopishtirilgan holda ish rahbariga topshiriladi.

ISH JURNALIGA HISOBOT YOZISH NAMUNASI

Mavzu

Ish № sintezi

(sintez qilinadigan moddaning nomi)

Ish boshlangan vaqt

(kun va soati)

Foydalanilgan adabiyot

(qo'llanmaning nomi, muallifi, nashr etilgan yili va beti)

1. Reaksiyaning tenglamasi

Qo'shimcha reaksiyalarning tenglamalari

2. Sintez qilinadigan moddaning adabiyot bo'yicha xossalari:

Molyar massasi rangi

Suyuqlanish harorati qaynash harorati

Sintezlanadigan modda va qo'shimcha mahsulotlarning sintezlash jarayonida inobatga olinishi zarur bo'lgan xususiyati (zaharligi, yonuvchanligi, uchuvchanligi, portlanuvchanligi)

3. Sintez uchun ishlatiladigan moddalarning xossalari:

Formulasi	Molyar massasi	Suyuqlanish harorati	Qaynash harorati	Zichligi	Rangi	Massa ulushi, %	Eslatma

4. Sintez uchun zarur bo'lgan moddalarning miqdorlarini hisoblash

5. Sintez uchun ishlatiladigan reaktivlarning miqdori

Moddaning nomi va formulasi	Molyar massasi	Konsentratsiyasi	Moddalarning miqdori					
			Nazariya bo'yicha		Metodika bo'yicha		Ortiqcha	
			mol hisobida	g yoki ml hisobida	mol hisobida	g yoki ml hisobida	g	mol
6.	Nazariya	bo'yicha	unum	(g,%)				

6. Nazariya bo'yicha unum (g,%)

metodika bo'yicha unum (g, %)

7. Asbobning sxemasi

8. Sintez qilish metodikasi

9. Texnika xavfsizligi choralari.....
10. Sintezni bajarish uchun o'qituvchining ruxsati.....
11. Sintezni o'tkazishda bajariladigan operatsiyalarning to'liq tavsiloti....
12. Sintez qilingan moddaning unumi va konstantalari

Sintez qilingan moddaning nomi va formulasi	Moddaning konstantalari		Moddaning miqdori	
	Tajribada topilgani	Adabiyot bo'yicha	g hisobida	% , hisobida
				Nazariy jihatdan

13. Sintez tugallangan vaqt

(kun va soat)

Modda topshirildi.....

(miqdori, g hisobida)

Ish rahbarining imzosi

Sintez qiluvchi:

(ismi

va

familiyasi)

DAVRIY SISTEMANING BIRINCHI GURUH ELEMENTLARI

LITIY

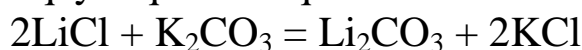
Litiy ftorid

Platina kosachaga yoki ichki devori parafin bilan qoplangan konus-simon kolbaga solingan litiy tuzi (nitrat, sulfat, xlorid) eritmasiga reaksiya tenglamasi bo'yicha hisoblangan miqdorda ammoniy ftorid eritmasi qo'shiladi.

Hosil bo'lgan mayda kristallchalardan iborat cho'kma platinali yoki parafinlangan voronka orqali filtrlanadi, spirt bilan yuviladi va 100-150 °C haroratda quritiladi. Litiy ftorid havoda barqaror.

Litiy karbonat

Litiy xlorid, nitrat yoki sulfatning to'yingan eritmasiga teng hajmda suv qo'shiladi, so'ng reaksiya tenglamasi bo'yicha hisoblangan miqdorda soda yoki potash saqlagan qaynoq eritma qo'shiladi:



Karbonatning eruvchanligi kichik (20 °C haroratda 100 g suvda 1,33 g), shuning uchun u cho'kmaga tushadi. Uni filtrlab, 2-3 marta oz miqdordagi issiq suv bilan yuviladi va 60-80 °C haroratda quritiladi.

Karbonatni qayta kristallab tozalash mumkin. Xona haroratida tuzning to'yingan eritmasi tayyorlanadi va uni filtrlab, qaynaguncha qizdiriladi. Eruvchanlik qizdirilganda kamayadi (100 °C da 100 g suvda 0,72 g), karbonatning bir qismi cho'kadi. Issiq eritma filtrlanadi, cho'kma issiq suv bilan yuviladi va 60-80 °C da quritiladi. Litiy karbonat havoda barqaror.

NATRIY

Natriy xlorid

Natriy xloridning to'yingan eritmasi filtrlanadi va filtratga teng hajmda konsentrlangan xlorid kislota qo'shiladi. So'ng eritmaga to'yinguncha vodorod xlorid yuboriladi. Natriy xlorid xlorid kislotada erimaydi, cho'kmaga tushadi. U filtrlanib, oz miqdordagi konsentrlangan HCl va sovuq suv bilan yuviladi, so'ngra 60-80 °C haroratda quritiladi.

Natriy tiosulfat

200 massa qism suvga 100 massa qism natriy sulfit eritiladi. Eritmaga 14 massa qism oltingugurt kukuni qo'shiladi, aralashma uzoq vaqt oltingugurtning ko'p qismi erigancha qaynatiladi:



So'ng eritma oltingugurtdan filtrlanadi va filtrat kristallanishi uchun eksikatorga sulfat kislota ustiga quyiladi yoki kristallash uchun eritma 50 °C dan yuqori bo'lmagan haroratda sekin bug'latiladi. Tuzni eritmadan spirt bilan ajratish ham mumkin. Tuzni yaxshi bekiladigan idishda saqlash kerak.

Natriy gidrokarbonat

10 g osh tuzi tortib olinadi. Tortib olingan osh tuzi havonchada maydalanadi va chinni kosachaga solinib, ustiga 10% -li ammiak eritmasidan 30 ml quyilib aralashtiriladi. Tuz erigandan so'ng eritma filtrlanadi.

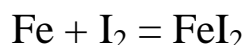
Filtrat asbobning voronkasiga quyiladi va Kipp apparatidan kelayotgan karbonat angidrid oqimi o'tkaziladi.

Soda kristallari tezda hosil bo'lmaydi, shuning uchun ungacha asbobning rasmi chizilib tajriba yoziladi. Nordon tuzning mayda kristall holidagi cho'kmasi hosil bo'lgach, eritma filtrlanadi. Cho'kma filtr ustida oz miqdordagi sovuq suv bilan yuviladi va filtr qog'ozi orasida quritiladi. Haqiqatdan ham soda hosil bo'lgani isbotlanadi. Soda shisha idishga solinadi. Etiketkaga moddaning formulasi, qachon va kim olgani yozib qo'yiladi.

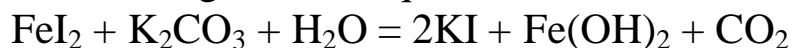
KALIY

Kaliy yodid

Konussimon kolbaga 15 massa qism temir kukuni va 100 massa qism suv solinadi. Aralashmaga aralashtirilib turgan holda, oz-oz 50 massa qism yod qo'shiladi:



Eritma qaynatiladi va issiq eritmaga 100 massa qism suvda 25 massa qism kaliy karbonat eritilgan eritma qo'shiladi:



Eritma qaynatiladi (temir oksidlanishi uchun), bir oz vaqtdan so'ng namuna olib filtrlanadi va temir ionlari yo'qligi tekshiriladi. Agar temir ionlari bo'lmasa, issiq eritmaga yana bir oz kaliy karbonat qo'shiladi. Temir ionlarining to'liq cho'kkanligini pHning qiymatiga qarab nazorat qilish mumkin (kuchsiz ishqoriy muhit hosil bo'lganicha kaliy karbonat qo'shiladi.)

Temir (II)-gidroksid cho'kmasi filtrlanadi, 1-2 marta suv bilan yuvi-

ladi va filtrat kaliy yodid cho'kmaga tushganga qadar bug'latiladi. Eritma sovutiladi, kaliy yodid cho'kmasi filtrlanadi va filtr qog'ozlari orasida quritiladi. Kaliy yodid havoda barqaror.

Bertole tuzi

25 g potash tortib olib 30 ml issiq suvli kolbada eritiladi. Qaynab turgan eritmada xlor o'tkaziladi. Xlor o'tkazuvchi nayning uchi kristall tiqilib qolmasligi uchun, kengroq bo'lishi kerak. Eritmani xlor bilan to'yintirayotganda elektr plitani vaqt-vaqti bilan o'chirib turish kerak. Kristallar ko'p hosil bo'la boshlagach, eritma lakmus yordamida sinab ko'riladi. Reaksiya ishqoriy bo'lmasligi kerak. Xlor yuborish to'xtatiladi, kolbaga 15 ml issiq suv quyiladi va shu zahoti filtrlanadi. Suyuqlik kristallanishi uchun olib qo'yiladi. Kristallar eritmada ajratib olinib, havoda quritiladi va tarozida tortiladi. Qancha bertole tuzi hosil bo'lganligi hisoblab chiqiladi. Tuzni shisha idishga solib, shu tuzning nomi va formulasi yozilgan etiketka yopishtiriladi, hamda shisha idishning og'zi probka bilan yopiladi.

Kaliy digidroantimonat

Kaliy digidroantimonat olish uchun, surma (III)-sulfidi ishqoriy muhitda oksidlanadi. Buning uchun, 300 ml li chinni kosacha yoki stakanga 50%-li kaliy gidroksid eritmasidan olib, surma (III)-sulfiddan 12 g qo'shiladi va 20-30 min davomida aralashtiriladi, so'ngra ustiga 60 ml suv qo'shiladi. Keyin aralashmani qizdirib turib yaxshi maydalangan mis (II)-oksiddan 14,2 g qo'shiladi.

Aralashmalar solingan idishni suv hammomiga o'rnatib, 80-100 °C atrofida 1,5-2 soat davomida qizdiriladi. Moddalar quyidagi tenglama bo'yicha reaksiyaga kirishadi:



Hosil qilingan eritmada cho'kma dekantasiya usuli bilan ajratiladi. Eritmada esa kaliy geksagidroksostibat ($\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$) qoladi. Sulfidlardan ajratib olingan toza eritmaning ustiga uning hajmiga teng miqdorda spirt qo'shiladi. So'ng hosil qilingan eritma bir kunga qoldiriladi. Kaliy geksagidroksosibat cho'kmaga tushadi. Cho'kma ajratib olinadi va 30-40 °C da 2-3 soat davomida quritiladi.

Kungaboqar kulidan potash olish

100 g ga yaqin kungaboqar kuli tayyorlanadi. Buning uchun 1-1,5 kg

kungaboqarning quruq poyasi yoqiladi. Kulni qizdirib ko'mir zarrachalaridan tozalanadi.

Tozalab tayyorlangan kuldanda 100 g tortib olib, stakanga solinadi va 200 ml suvda qaynatiladi. Bug'latish kosachasi tortiladi.

Kul issiqligicha filtrlanib chinni kosachaga solinadi va filtrda 100 ml issiq suv bilan yuviladi. Filtrat elektr plita ustida parda yuzida kristallar hosil bo'lguncha bug'latiladi. Shundan so'ng eritma suv hammomida, keyin esa quritish shkafida bug'latiladi.

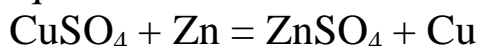
Hosil bo'lgan tuz kosacha bilan birga tortiladi. Potashning og'irligi aniqlanadi.

Kungaboqar kulidagi potashning foiz miqdori hisoblab topiladi. Haqiqatdan ham potash hosil bo'lganligi isbotlanadi. Potashda kaliyning boshqa tuzlari bor- yo'qligi sinab ko'riladi.

MIS

Mis tuzlari eritmasidan mis olish

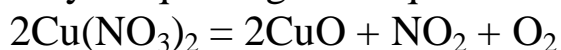
Mis (II)-sulfatning konsentrlangan eritmasiga ortiqcha miqdorda rux bo'lagi yoki rux kukuni qo'shiladi:



Eritma rangsizlangandan so'ng, reaksiyaga kirishmay qolgan rux bo'laklari ajratib olinadi va mis cho'kmasi rux qoldiqlari bilan 60-70 °C gacha qizdirilgan xlorid yoki sulfat kislotaning suyultirilgan eritmasiga solinadi. Bunda rux eriydi. Mis filtrdan o'tkaziladi va suyultirilgan xlorid kislota, suv so'ng spirt bilan yuviladi. 40-50 °C haroratda quritiladi. O'rin olish reaksiyasida temir yoki alyuminiy kukunidan ham foydalanish mumkin. Hamma hollarda ham olingan misni qaytaruvchi qoldiqlaridan tozalash uchun, avval suyultirilgan xlorid kislota, suv, spirt bilan yuviladi va quritiladi.

Mis (II)-oksid

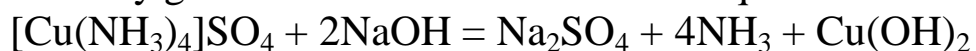
Mis (II)-nitrat tuzi quritish shkafida haroratni asta-sekin oshirib, 120 °C gacha qizdiriladi. Olingan asosli tuz kukuni 800-850 °C haroratda azot (IV)-oksidni butunlay chiqib ketgancha qizdiriladi:



Azot (IV)-oksidning asosiy qismi mis (II)-nitratni mo'rili shkafda gaz gorelkasi alangasida, so'ng mufel pechida qizdirib yo'qotiladi. Mis (II)-oksid mis (II)-gidroksidni 600-700 °C da qizdirish yo'li bilan ham olinishi mumkin. 900-950 °C dan boshlab mis (II)-oksid qisman mis (I)-oksid va kislorodga parchalanadi. Mis (II)-oksid havoda barqaror.

Mis (II)-gidroksid

Mis kuporosining to'yingan eritmasini 70⁰C haroratgacha qizdirib, unga ammiakning 10%-li eritmasidan to'q ko'k rang hosil bo'lguncha quyiladi. Eritma filtrlanadi va sovutilgan aralashmaga yashil rang hosil bo'lguncha natriy gidroksid eritmasidan tomchilab qo'shiladi:

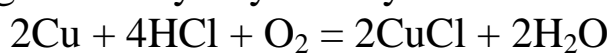


Eritma filtrlanadi, issiq suv bilan yuviladi va vakuumda yoki sulfat kislota ustida quritiladi.

Boshqa metodda qaynab turgan mis sulfat eritmasiga yashil cho'kma hosil bo'lguncha ammiakning eritmasidan oz-oz qo'shiladi. So'ng uni chayqatib turib, cho'kma ko'k rangga kirguncha yana tomchilatib ammiak qo'shiladi. Olingan mis gidroksidning mayda kristalchalaridan iborat cho'kma filtrlanadi, suv bilan yaxshilab yuviladi va natriy gidroksidning 10-15%-li eritmasidan qo'shiladi. So'ng u filtrlanadi, suv bilan yuviladi (ishqorning to'la eriganligi fenolftalein bilan tekshirib turiladi) va vakuumda yoki eksikatorida quritiladi.

Mis (II)-xlorid

Mis bilan xlorid kislota o'zaro bevosita ta'sirlashmaydi. Kislorod ishtirokida qizdirilganda kimyoviy reaksiya ketishi mumkin:



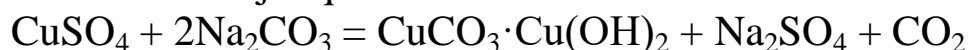
Reaksiya ikki bosqichda boradi: 1-bosqichda mis oksidlanadi, 2-bosqichda esa mis (II)-oksid xlorid kislota bilan reaksiyaga kirishib, mis (II)-xloridni hosil qiladi:



Lekin mis (II)-oksidiga xlorid kislota ta'sir ettirib mis (II)-xlorid olish ancha qulay. Buning uchun kimyoviy stakanga 250 ml 1M xlorid kislota eritmasidan quyib qizdiriladi va uning ustiga oz-ozdan erimay qolguncha mis (II)-oksid qo'shib aralashtiriladi. So'ngra eritma filtrlanadi va bug'latish yo'li bilan yashil tusli $\text{CuCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ kristallogidrat hosil qilinadi. Mis dixlorid gigroskopik modda, uni yopiq idishda saqlash kerak.

Mis (II)-gidroksokarbonat

Mis (II)-sulfat, mis (II)-nitrat yoki mis (II)-astetatning 1000 ml 1M eritmasiga xona haroratida natriy karbonat yoki kaliy karbonatning 1M eritmasidan shuncha hajm qo'shiladi:



Xisoblashda mis sulfatda kristallizasion suvning mavjudligi inobatga olinadi. Yashil tuzli mis (II)-gidroksikarbonat cho'kmasi ustidagi eritma to'kib tashlanib filtrlanadi va distillangan suv hamda spirt bilan yuviladi.

Filtratni xona haroratida quritib, foydalanish uchun olib qo'yiladi. Tuz havoda barqaror.

Mis (II)-nitrat

Konsentrlangan nitrat kislota mis bo'laklariga ta'sir ettiriladi:



Buning uchun kimyoviy stakanga 60%-li nitrat kislotadan 20 ml quyiladi (tajriba mo'rili shkafda olib boriladi). Uning ustiga oldindan tortib qo'yilgan 6,3 g mis bo'laklari oz-ozdan tashlanadi. Shiddatli reaksiya borib, azot (II)-oksid ajrala boshlaydi. Stakanda ko'k rangli mis (II)-nitrat hosil bo'ladi. Uni bug'latish bilan kristallogidrat $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ hosil qilinadi. Tuz og'zi berk idishga olib qo'yiladi.

Mis (II)-sulfat

Mis (II)-sulfat olishning eng qulay usuli mis (II)-oksidga sulfat kislota ta'sir ettirishdir. Buning uchun kimyoviy stakanga 2M sulfat kislota eritmasidan 100 ml quyib, bir oz qizdiriladi. Ustiga oz-ozdan mis (II) - oksiddan 26 g solinadi. Quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Agar hosil bo'lgan eritma suvi bug'latilsa kristallogidrat hosil qilinadi. Oqarguncha qizdirilsa, kristallizasion suvi uchib ketadi. U og'zi berk idishda saqlab qo'yiladi.

Tetrammin mis (II)-sulfat

Mis sulfat maydalanadi va uning 10 grammi 15 ml konsentrlangan ammiak eritmasi hamda 10 ml suv aralashmasida eritiladi. Eritma filtrlanadi, unga 20-30 ml etanol qo'shiladi va aralashma sovutiladi. To'q ko'k kristallchalardan iborat cho'kma filtrlanadi. Avval spirt bilan so'ng spirt va efir aralashmasi bilan yuviladi, 50-60 °C haroratda quritiladi. Iavoda tuz barqaror, u 120 °C da parchalanadi.

KUMUSH

Kumush (I)-nitrat

Toza kumush 20-30%-li nitrat kislota eritmasida eritiladi, eritma bug'latiladi va 110-120 °C haroratda quritiladi:



Kumush nitratning suyuqlanmasini olish uchun u taxminan 250-270 °C da qizdiriladi. Uni qoramtir shishadan tayyorlangan idishda saqlash kerak.

Kumush (I)-sulfat

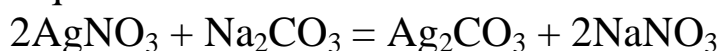
Chinni kosachadagi konsentrlangan kumush nitrat eritmasiga mo'l miqdorda konsentrlangan sulfat kislota eritmasi quyiladi:



Eritma qizdiriladi va quriguncha bug'latiladi, sovutilib, 2-3 marta dekantasiyalab yuviladi. Tuz 100-150 °C da quritiladi.

Kumush (I)-karbonat

Suyultirilgan kumush nitrat eritmasiga hisoblangan miqdordagi natriy karbonat eritmasi qo'shiladi:



Cho'kma filtrlanadi, suv bilan yuviladi va sulfat kislota usidagi eksikatorida quritiladi. Kumush karbonat och-sariq rangli kukun. U yorug'lik o'tkazmaydigan shisha idishda saqlanadi.

Kumush (I)-oksid

Konsentrlangan kumush eritmasiga hisoblangan miqdorda natriy gidroksid eritmasi qo'shiladi:



Cho'kma dekantasiyalab yuviladi va 85-88 °C da quritiladi. Kumush (I)- oksid jigarrang modda. U yorug'lik o'tkazmaydigan idishda saqlanadi.

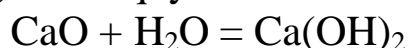
DAVRIY SISTEMANING IKKINCHI GURUH

ELEMENTLARI

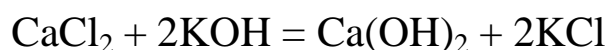
KALSIY

Kalsiy gidroksid

So'ndirilmagan kalsiy oksid probirkaga solinadi va ustiga oz-oz qizdirilgan disillangan suv quyiladi:



Oq bo'tqasimon massa olingandan so'ng, teshigi bor probka bilan probirka bekiladi va gorizontal holatda quritish shkafiga qo'yiladi, harorat asta sekinlik bilan 50-60 °C dan 120 °C gacha ko'tariladi. Boshqa metodda filtrlangan va suyultirilgan kalsiy xlorid yoki nitrat eritmasiga sovuqda aralashtirib turib, karbonat ioni saqlamagan kaliy gidroksid eritmasidan quyiladi:



Cho'kma Byuxner voronkasida so'riladi va uglerod (IV) oksid saqlamagan suv bilan yuviladi. Voronkaning yuqori qismi filtr qog'oz bilan yopiladi, quritish shkafiga qo'yib, 120 °C da quritiladi. Kalsiy

gidroksidni yopiq idishda saqlash kerak.

Kalsiy nitrat

Nitrat kislotaning 15-20%-li eritmasida, tenglama bo'yicha hisoblanganidan ozroq miqdorda marmar eritiladi, eritma qizdiriladi:



Eritma filtrlanadi, filtrat qisman bug'latiladi, sovutiladi va eksikatorga joylashtiriladi. 42 °C da tetragidrat kristallanadi. U filtr qog'ozlari orasida quritiladi va berk idishda saqlanadi. Kristallogidrat 200 °C da quritilsa, suvsiz tuz hosil bo'ladi.

STRONSIY

Stronsiy gidroksid

10-20 g stronsiy xlorid yoki nitrat toza haydalgan 30-60 ml qaynoq suvda eritiladi, 0 °C da sovutiladi va eritmaga kerakli miqdorda (reaksiya tenglamasiga asosan) 50-100 ml suvda eritilgan kaliy gidroksid qo'shiladi.

Tushgan stronsiy gidroksid cho'kmasi shisha plasinkali voronkada so'rib, filtrlanadi, qaynoq va sovuq suv bilan yuviladi, 80-100 °C da quritiladi. Olingan stronsiy gidroksid tiniq mayda kristallardan iborat bo'lib, havoda karbonat angidridni yutadi va stronsiy karbonatni hosil qiladi. U og'zi mahkam beqiladigan idishlarda saqlanadi.

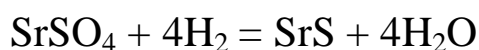
Stronsiy xlorid, geksagidrat

Toza stronsiy karbonatga keragidan ozroq miqdorda suyultirilgan xlorid kislota qo'shiladi. Eritma chinni kosachada quriguncha bug'lantiriladi va quruq qoldiqdan 45-50 °C da stronsiy xloridning to'yingan eritmasi tayyorlanadi. Eritma issiq filtrlash voronkasidan foydalanib, filtrlanadi.

Sovutilganda stronsiy xlorid geksagidrati rangsiz kristallar ko'rinishida cho'kadi. 60 °C dan yuqori haroratda tuz ikki molekula suv bilan kristallanadi. Geksagidrat nam havoda suyuqlanadi. Uni mahkam bekiladigan idishda yoki kavsharlangan ampulada saqlash kerak.

Stronsiy sulfid

Massasi 3-5 g bo'lgan stronsiy sulfat 900 °C da vodorod oqimida 1,5-2 soat davomida qizdiriladi:

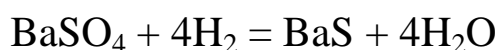


Tarkibida sulfat bo'lmagan toza preparat xlorid kislotada qoldiqsiz erishi kerak. Mahsulot oq kukun ko'rinishida olinadi. Havoda nisbatan barqaror. Uzoq vaqt saqlanishi uchun stronsiy sulfid kavsharlangan ampulaga solinadi.

BARIY

Bariy sulfid

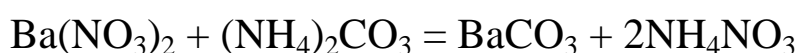
Bariy sulfid stronsiy sulfid kabi olinadi:



Bariy sulfid - oq kukun, nam havoda u qisman gidrolizlanadi va uglerod (IV)-oksid ta'sirida karbonatga aylanadi. Uni kavsharlangan probirkada saqlash kerak.

Bariy karbonat

Bariy nitratning to'yingan eritmasi 1:1 nisbatda suyultiriladi, filtrlanadi va issiq eritmaga ortiqcha miqdorda ammoniy karbonat eritmasi qo'shiladi:



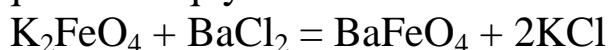
Bariy karbonatning oq cho'kmasi Byuxner voronkasida filtrlanadi, suv bilan yuviladi va 120-150 °C da quritiladi. Mahsulot havoda barqaror. Bariy karbonat bariyning boshqa eruvchan tuzlarini olish uchun xom ashyo bo'lib xizmat qiladi.

Bariy nitrat

Qizdirib turib 50 ml suvga 25 g bariy xlorid va 9 ml suvga 8,5 g natriy nitrat eritiladi. Issiq eritmalar qo'shiladi, tushgan kristall cho'kma filtrlanadi, ozroq miqdordagi suv bilan filtrda yuviladi va 60-80 °C da quritiladi. Natriy xlorid aralashmasidan tozalash uchun tuz qayta kristallantiriladi.

Bariy ferrat

Kaliy ferrat eritmasiga ortiqcha miqdorda konsentrlangan bariy xloridning sovuq eritmasi quyiladi:

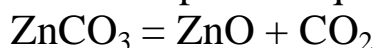


Bunda binafsha rangli bariy ferrat cho'kmaga tushadi. To'liq cho'kkandan so'ng filtrlanadi, sovuq suv, efir bilan yuviladi va eksikatorida quritiladi. Bariy ferrat BaFeO_4 nam havoda asta-sekin parchalanadi. Uni zich mahkamlangan shisha idishda yoki kavsharlangan ampulada saqlash kerak.

RUX

Rux oksid

Rux karbonatni mufel pechida qattiq qizdirib, ZnO olinadi:

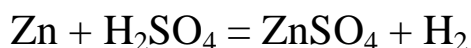


Karbonat 140°C da parchalana boshlaydi. Parchalash pech qizargandan so'ng to'xtatiladi. Olingan mahsulotga xlorid kislota ta'sir ettirilganda, agar CO_2 ajralib chiqmasa, parchalanish reaksiyasi

tugallangan deb hisoblanadi. Rux oksid oq rangli modda, bir oz namni tortadi. U zich berkitilgan shisha idishda saqlanadi.

Rux sulfat, kristallogidratlar

1 massa qism rux granulari 2,5 massa qism 45-50 %-li sulfat kislota eritmasida eritiladi (mo'rili shkafda chinni stakanda):



Ruxning erishi sekinlashgandan so'ng, eritma qizdiriladi, bir oz rux oksid yoki karbonat qo'shiladi va filtrlanadi (erimay qolgan ruxdan va qo'shimchalardan tozalanadi). So'ng filtrat sulfat kislota bilan salgina nordonlashtiriladi va 30 °C da kristall hosil bo'lishi boshlanguncha bug'lantiriladi. Sovutilgandan so'ng tushgan $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ kristallari filtrlanadi, suyultirilgan spirt bilan yuviladi va havoda quritiladi. Quruq havoda kristallogidrat sekin shamollantiriladi, 30 °C da u o'zining kristallizasion suvida suyuqlanadi va asta-sekin geksagidrat $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ga aylanadi. Uni 60 °C da to'yingan rux sulfat eritmasini 0 °C gacha sovutib ham olish mumkin. U shisha idishlarda saqlanadi.

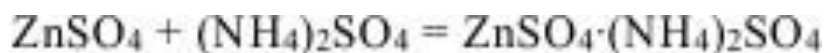
Rux ortofosfat, kristallogidratlar

2,5 g natriy gidrofosfat $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 100 ml suvda va 5,8 g rux sulfat $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 400 ml suvda eritiladi. So'ngra bu eritmalar aralash-tiriladi. Tushgan cho'kma $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ filtrlanadi va sulfat-ionlari yo'qolguncha issiq suv bilan yuviladi.

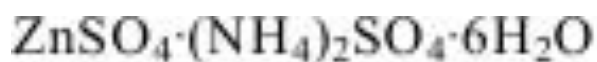
Rux ortofosfat kristallogidрати rangsiz kristall kukun, suvda yomon eriydi (eruvchanligi qizdirilganda kamayadi), 100 °C da ikki molekula suvni yo'qotib, digidratga aylanadi, 190 °C da monogidrat hosil qiladi, 250 °C da esa suvsiz tuzga aylanadi.

Rux ammoniysulfat

Ekvimolekulyar miqdorda rux sulfat va ammoniy sulfat minimal miqdordagi suvda eritiladi. Eritma, agar zarur bo'lsa, voronka orqali is-siq filtrlanadi va filtrat sovutiladi:



Ajralgan cho'kma filtrlanadi va filtr qog'ozlari orasida quritiladi. Rux ammoniysulfat:



- rangsiz, suvda yaxshi eriydigan kristall modda. U yaxshi mahkamlanadigan idishda saqlanadi.

KADMIY

Kadmiy oksid

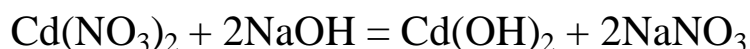
Kadmiy nitratning suyultirilgan eritmasi ammoniy karbonat eritmasi bilan qo'shiladi. Kadmiy karbonat cho'kmasi filtrlanadi (suv nasosi bilan so'riladi), suv bilan yuviladi, quritiladi va 500-600 °C da qizdiriladi:



Kadmiy oksid - qo'ng'ir kukun, nam havoda asta-sekin karbonatga aylanadi. Shuning uchun u yaxshi mahkamlangan idishda saqlanadi.

Kadmiy gidroksid

Kadmiy nitratning suyultirilgan va issiq eritmasiga karbonatsiz natriy gidroksid (yoki o'yuvchi kaliy) ning suyultirilgan va issiq eritmasi ko'proq quyiladi:

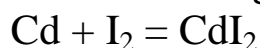


Cho'kma filtrlanadi (suv nasosi bilan so'riladi), yangi qaynatilgan suv bilan yuviladi va 40-50 °C da quritiladi.

Kadmiy gidroksid CO₂ ni osongina yutib, karbonatga aylanadi. Shuning uchun, toza gidroksid olishning hamma operatsiyalarini CO₂ siz sharoitda o'tkazish kerak. Kadmiy gidroksid oq kukun ko'rinishida hosil bo'ladi. Uni yaxshi mahkamlanadigan idishda yoki kavsharlangan ampulada saqlash lozim.

Kadmiy yodid

Kadmiy granula yoki kukun ko'rinishida konussimon kolbaga solinadi, ustiga suv va bir oz etanol quyiladi, hamda ozroq miqdorda kristall holdagi yod qo'shiladi, aralashma 40-50 °C gacha qizdiriladi:



Eritma rangsizlangandan so'ng, filtrlanadi va chinni kosachaga solib, suv hammomida cho'kma hosil bo'lguncha bug'lantiriladi. Sovutilgandan so'ng, kristallar filtrlanadi (suv nasosi bilan so'riladi) va eksikatorida sulfat kislota ustida quritiladi.

Kaliy-kadmiy xlorid (gidrat va suvsiz tuz)

Kadmiy va kaliy xloridlarning reaksiya tenglamasiga muvofiq to'yingan issiq eritmaları tayyorlanadi:



Bu moddalarning eritmaları aralashtiriladi va 36,5 °C gacha sovutiladi. Bunda suvsiz tuz KCdCl₃ cho'kmaga tushadi.

Kadmiy karbonat

14 g kadmiy sulfat 100 ml li stakanga solinadi va tuz to'liq eriguncha, aralashtirib turgan holda oz-oz suv qo'shiladi.

Reaksiya tenglamasiga muvofiq kadmiy karbonat hosil bo'lishi uchun, qancha natriy karbonat kerakligi hisoblanadi va o'lchab olinib, boshqa 100 ml li stakanda eritiladi. Ikkinchi stakandagi eritmani sekin qizdirib, unga birinchi stakandagi eritma (kadmiy sulfat) quyiladi. Stakan sovuq suvli kristallizatorga qo'yiladi va sovutilgandan keyin, kadmiy karbonat cho'kmasi Byuxner voronkasida filtrlanadi. Cho'kma quritish shkafida 100 °C da quritiladi.

SIMOB

Natriy amalgamasi

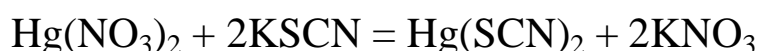
Chinni kosachaga 2-3 g tozalangan natriyni solib, uning ustiga parafin moyi solinadi. Chinni kosacha natriy eriguncha qizdiriladi va unga natriyni shisha tayoqcha bilan aralastirib turgan holda, tomchi voronka orqali oz-oz 97 g simob quyiladi. Hosil bo'lgan amalgama asta-sekin qotadi. Dekantasiya orqali parafin moyi to'kib tashlanadi, amalgama esa benzin bilan yuvilgandan keyin, yaxshi yopiladigan idishga olib qo'yiladi.

Simob (II)-nitrat

Chinni kosachada 3-5 ml simob ustiga 50 ml konsentrlangan nitrat kislota quyiladi. Azot (IV)-oksidi hosil bo'lishi bilan boradigan, shiddatli reaksiya kechadi. Eritma quriguncha bug'latiladi. Agar simobning hammasi erimasa, kosachaga yana ozgina nitrat kislota qo'shiladi. Hosil bo'lgan simob nitrat tuzi havoda barqaror.

Simob (II) rodanid

7 g simob (II)-nitрати bo'lgan eritmaga (gidrolizga uchramasligi uchun ozgina nitrat kislota qo'shiladi) 2 g kaliy rodanidi bo'lgan eritma quyiladi:



Hosil bo'lgan mayda kristalli oq cho'kma voronkada so'riladi. Cho'kma 2, 3 marta suv bilan yuvilib, 50-60 °C da quritiladi. Hosil qilingan simob (II)-rodanid havoda barqaror.

Kaliy tetrarodanmerkurat (II)

6,4 g simob rodanidga 4 g kaliy rodanid qo'shib, aralashma 20 ml qaynoq suvda eritiladi. Eritma bir oz qizdiriladi, keyin esa sovutiladi. Agar simob sulfid cho'kmasi hosil bo'lsa, eritma filtrlab olinadi:



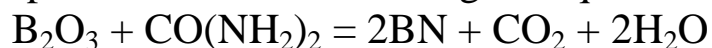
Kristallanish boshlanguncha, filtrat suv hammomida bug'latiladi. Sovutilganda cho'kkan kristallar filtrlab olinadi va filtr qog'oz orasida quritiladi.

DAVRIY SISTEMANING UCHINCHI GURUH ELEMENTLARI

BOR

Bor nitrid

1 massa qism maydalangan bor oksidi va 2 massa qism karbamiddan iborat aralashma tayyorlanadi. Aralashma chinni tigelga solinadi va qopqog'i bilan yopilib, asta-sekin 1000 °C gacha qizdiriladi:



Quyilib qolgan massa maydalanib, xlorid kislota qo'shilgan suv bilan yuviladi va 50-60 °C da quritiladi.

Bor nitrid - oq yoki kulrang kukun, havoda nisbatan barqaror. Suvda qaynatilganda asta-sekin parchalanadi.

Natriy perborat

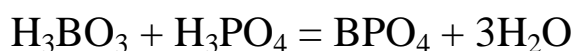
3 g natriy tetraborat va natriy gidroksid minimal miqdordagi suvda eritiladi va eritmaga 4,5 ml 30%-li vodorod peroksid eritmasi quyiladi:



Bir oz vaqtdan keyin, hosil bo'lgan oq kristall cho'kma filtrlab olinadi. Keyin sovuq suv, etanol, efir bilan yuviladi va havoda quritiladi.

Bor fosfat

Ekvivalent miqdorda borat kislota va kristall holdagi fosfat kislotalar aralastirilib, havonchada eziladi. Aralashma 80-100 °C gacha qizdiriladi:

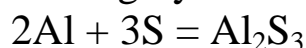


Reaksiya natijasida amorf modda hosil bo'ladi. Kristall modda hosil bo'lishi uchun, uni 850-950 °C da qizdirish kerak. Bor fosfat - oq modda, havoda barqaror.

ALYUMINIY

Alyuminiy sulfid

Reaksiya tenglamasiga muvofiq miqdorda alyuminiy va oltingugurt kunlaridan aralashma tayyorlanadi. Aralashmaga yana oltingugurt (olingan hajmidan 3-4%) qo'shib, havonchada eziladi va sopol tigelda 120-130 °C gacha qizdiriladi. Agar reaksiya ketmasa, aralashmaga yondiruvchi modda sepiladi va magniy lentasi bilan yondiriladi:



Reaksiya shiddatli kechadi va ko'p miqdorda issiqlik ajraladi (himoya ko'zoynagi taqish kerak). Tigel sindiriladi va ichidagi kulrang modda

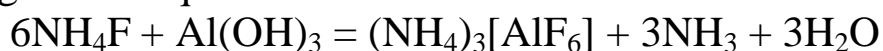
og'zi zich yopiladigan shisha idishga solinadi. Aks holda alyuminiy sulfid havo tarkibidagi nam ta'sirida gidrolizlanadi.

Alyuminiy sulfat (kristallogidratlar)

1 massa qism kukunsimon alyuminiyga 40 massa qism 10 % li sulfat kislota eritmasi quyiladi. Eritma 4-5 soat davomida teskari sovutgichli kolbada qaynatiladi. Erimagan alyuminiy va qo'shimchalardan eritma filtrlanadi. Keyin ozgina sulfat kislota qo'shib, avvalgi hajmining 2/3 qismigacha bug'latiladi va 10 °C gacha sovutiladi. Shu paytda $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ kristallogidрати cho'kadi. Hosil bo'lgan rangsiz kristallar filtr qog'oz orasida quritiladi.

Ammoniy geksaftoralyuminat

Platina kosachada konsentrlangan ammoniy ftoridning iliq eritmasi tayyorlanadi. Keyin unga aralastirib turgan holda, toza cho'ktirilgan alyuminiy gidroksid qo'shiladi:



Reaksiya tugaganini alyuminiy gidroksid erimay qolganidan bilish mumkin. Erimay qolgan alyuminiy gidroksidga yana ozgina ammoniy gidroksid qo'shib, eritish mumkin. Iviq cho'kma hosil bo'lguncha eritma bug'latiladi, filtrlanadi, etanol bilan yuviladi va 105 °C da quritiladi.

Ammoniy geksaftoralyuminat - oq, mayda kristalli kukun, havoda barqaror.

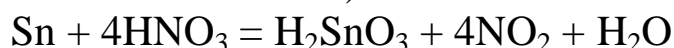
DAVRIY SISTEMANING TO'RTINCHI GURUH

ELEMENTLARI

QALAY

Qalay (IV)-oksid

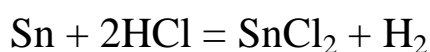
Toza qalay qizdirib turgan holda mo'l miqdordagi nitrat kislota eritiladi (mo'rili shkafda olib boriladi):



Hosil bo'lgan eritma mo'l miqdordagi sovuq suv bilan suyultiriladi. Bunda qalay (IV)-oksid gidratining oq cho'kmasi hosil bo'ladi. Cho'kma bir necha marta dekantasiya yo'li bilan yuviladi, filtrlanadi va yana bir marta yuviladi. Keyin hosil qilingan modda quritiladi va chinni kosachada qiz-diriladi. Qalay (IV)-oksid oq rangli modda, havoda barqaror.

Qalay (II)-xlorid (digidrat)

Toza qalay suv hammomida 27-30%-li xlorid kislota eritiladi:



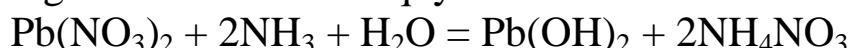
Har 100 ml kislota ga 70 g qalay olish kerak. Hosil qilingan eritma

filtrlanadi va konsentrlangan sulfat kislota ustidagi eksikatorida, SO₂ atmosferasida kristallantiriladi yoki 35-37 °C da kolbada bug' latiladi. Bug'latishni tezlatish va qalayning oksidlanishini oldini olish uchun kolbaga SO₂ yuborish foydali bo'ladi. Hosil qilingan SnCl₂·2H₂O kristallari filtr qog'oz orasida siqib olinadi va 35-36 °C da quritiladi. Qalay xlorid havoda nisbatan barqaror.

QO'RG'OSHIN

Qo'rg'oshin (II)-gidroksid

Qo'rg'oshin (II)-nitrat yoki astetatning to'yingan eritmasi 1:1 nisbatda suyultiriladi va unga ammiak eritmasi quyiladi:

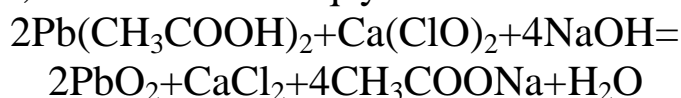


Hosil bo'lgan oq cho'kma Byuxner voronkasida so'rib olinadi, qaynatilgan suv bilan yuviladi va 50-60 °C da quritiladi. Qo'rg'oshin karbonat hosil bo'lmasligi uchun, barcha ishlar azot yoki argon atmosferasida olib boriladi.

Quritilish darajasiga qarab, hosil bo'lgan moddaning formulasi 2PbO·H₂O yoki 3PbO·H₂O bo'lishi mumkin. Qo'rg'oshin (II)-gidroksid havoda PbCO₃ ga o'tadi. Shuning uchun u og'zi zich beqiladigan idishda saqlanadi.

Qo'rg'oshin (IV)-oksid

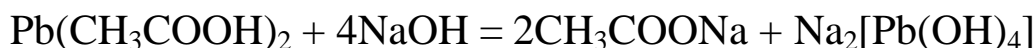
25 ml suvda 10 g qo'rg'oshin astetati bo'lgan eritmaga, 45 ml suvda 5 g natriy gidroksidi bo'lgan eritma quyiladi va ustiga 100 ml suvda 7 g texnik kalsiy gipoxloriti bo'lgan eritma qo'shiladi. Aralashma aralashtirilib turib, bir necha minut qaynatiladi:



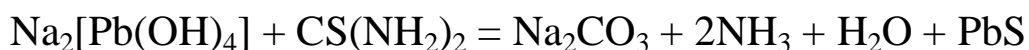
Qoramtir-jigarrang cho'kma filtrlanadi, avval suyultirilgan (1:10) nitrat kislota, keyin suv bilan yuviladi va 120-140 °C da quritiladi. Qo'rg'oshin (IV)- oksid havoda barqaror.

Qo'rg'oshin (II)-sulfid

4,5 g qo'rg'oshin astetat 100 ml suvda eritiladi va unga tomchilatib konsentrlangan natriy gidroksid (Pb(OH)₂ cho'kmasi eriguncha) qo'shiladi:



Bu eritmaga 100 ml suvda 1,7 g tiokarbamidi bo'lgan eritma qo'shiladi. Eritma aralashtirilib turgan holda bir necha minut davomida qaynatiladi:



Qora kristall PbS cho'kmasi filtrlanadi, sovuq suv bilan yuviladi va 50-60 °C da quritiladi. Qo'rg'oshin (II)-sulfid havoda barqaror.

DAVRIY SISTEMANING BESHINCHI GURUH ELEMENTLARI

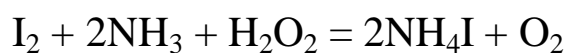
AZOT

Konsentrlangan nitrat kislota

Retortaga joylashtirilgan kaliy yoki natriy nitratga konsentrlangan sulfat kislotadan shuncha quyish kerakki, u tuzni to'liq qoplasin. Retorta tubi yumaloq kolba bilan biriktiriladi va kolba sovutuvchi aralashmaga (qor va natriy xlorid) joylashtiriladi. Retorta qum hammomida avval 100 °C, keyin 120 °C gacha qizdiriladi. Retortada sariq suyuqlik qolsa, reaksiya tugallangan hisoblanadi. 90- 98%-li nitrat kislota, unda erigan azot oksidlari natijasida, qo'ng'ir rangga kiradi. Uni yo'qotish uchun, paxtali naydan o'tkazilgan havo kislota orqali yuboriladi.

Ammoniy yodid

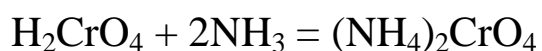
Kukun holdagi 10 g yodga 60 ml 3 %-li vodorod peroksid eritmasi va 28 ml 10 %-li ammiak eritmasi quyiladi. Reaksiya natijasida rangsiz ammoniy yodid eritmasi hosil bo'ladi:



Agar eritma rangi sariq bo'lsa, unga yana ozgina vodorod peroksid qo'shiladi. Eritma qaynatiladi, filtrlanadi va chinni kosachada rangsiz kristallar hosil bo'lguncha bug'latiladi. Ammoniy yodid berk idishda yoki kavsharlangan ampulada saqlanadi.

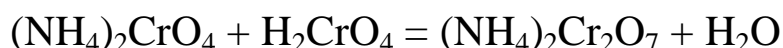
Ammoniy xromat va bixromat

10 g xrom (VI) oksidi 10 ml suvda eritiladi va unga kuchli hid kelguncha hamda sariq rang paydo bo'lguncha oz-oz ammiak eritmasi quyiladi:



Eritma ozgina bug'latiladi, ammoniy xromat cho'kmasi 50-60 °C da filtrlab olinadi.

Ammoniy bixromatni olish uchun, ammoniy xromatning va xrom (VI)- oksidning ekvivalent miqdorlari tortib olinadi va bu eritmalar qo'shiladi:

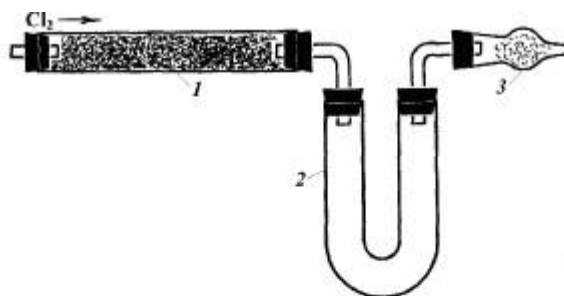


Eritma bug'latiladi, sovutiladi va qizg'ish-jigarrang kristallar filtrlab olinadi. Ammoniy bixromatning issiq suvda eruvchanligi yuqori. Shuning uchun agar tuz cho'kmasa, eritma ozgina bug'latilib, yana

sovutiladi. Cho'kma filtrlanib, 40-50 °C da quritiladi. Ammoniy xromat va bixromat havoda barqaror.

FOSFOR

Fosfor (III)-xlorid



33-rasm. Fosfor (III) xlorid olish asbobi.
1 – qizil fosfor va maydalangan chinni bo'lakchali shisha nay; 2 – yig'gich; 3 – kalsiy xloridli nay.

10-20 ml fosfor (III) xlorid olish uchun 33-rasmda *ko'rsatilgan* asbob yig'iladi. Qizil fosfor va maydalangan chinni *bo'lakchalar* shisha nay 1 ga solinadi. Yig'gich 2 ning bir uchiga shisha nay 1, ikkinchi uchiga kalsiy xloridli nay 3 ulanadi. Yig'gich sovutuvchi aralashmaga joylashtiriladi, chunki fosfor (III) ning qaynash harorati 75-76 °C ga teng. Fosfor eriguncha qizdiriladi va shisha nay orqali xlor *o'tkaziladi*. Hosil *bo'lgan* fosfor (III)-xloridni og'zi kavsharlangan idishda saqlash kerak, chunki u havoda gidrolizlanadi.

Fosfor (V)-xlorid

Fosfor (V)-xlorid ham, yuqorida *ko'rsatilgan* tajribadek olinadi. Avval fosfor (III)-xlorid olinadi va suyuqlikda fosfor (V)-xlorid kristallari paydo *bo'lguncha* xlori *o'tkazish* davom ettiriladi. Suyuqlik *to'liq* krishtallanib *bo'lgandan* keyin, xlorlash *to'xtatiladi*. Fosfor (V)-xlorid olish uchun, ozroq fosfor olish kerak. Masalan, 2 g fosfor (V)-xlorid olish uchun 0,3 g fosfor, yoki 20 g fosfor (V)-xlorid olish uchun taxminan 3 g fosfor olinadi.

Fosfor (V)-xlorid nam havoda gidrolizlanadi.

Fosfor (V)-sulfid

1 massa qism qizil fosfor va 2,58 massa qism oltingugurt yaxshilab ezib aralashtiriladi. Aralashma qiyin eriydigan shisha nayga solinadi va quruq uglerod (IV)-oksid oqimida qizdiriladi. Harorat asta-sekin (moddalar eriguncha) 300-350 °C gacha *ko'tariladi*. Suyuqlik sovutilgandan keyin, kulrang-sariq kristall modda hosil *bo'ladi*:



Kristall modda eziladi, probirkaga solinadi va probirka og'zi kavsharlanadi. Nam havoda fosfor (V) oksid gidrolizlanadi.

SURMA

Surma (V)-oksid

Surma (V)-oksid, uning gidrati $Sb_2O_5 \cdot nH_2O$ ni suvsizlantirish yo'li bilan olinadi. Surma (V)-oksidning gidrati esa, metall holdagi surmani nitrat kislotada eritish yo'li bilan yoki surma (V)-xloridni gidrolizlash yo'li bilan olinadi. Olingan gidrat 270 °C da qizdiriladi. Bundan yuqori haroratda surma (III, V)-oksidi Sb_2O_4 hosil bo'lishi, bundan past haroratda esa degidratasiya oxirigacha bormasligi mumkin.

Surma (III)-yodid

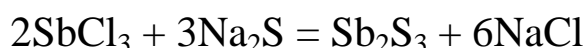
Kukun holga keltirilgan 14 g yod va 7 g surma kolbaga solinadi, uning ustiga 300 ml haydalgan toluol quyiladi va dastlabki moddalarning ko'p qismi eriguncha, aralashma 20-30 min qaynatiladi:



Keyin issiq eritma g'ovaksimon shisha plasinkali voronka orqali filtrlanadi va sovutiladi. Surma (III)-yodid kristallari, toluolni yo'qotish uchun, vakuum- eksikatorga joylashtirildi.

Surma (III)-sulfid

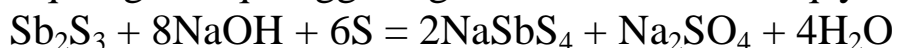
Surma (III)-oksid qizdirilib to'yingan eritma hosil bo'lguncha xlorid kislotada eritiladi. Erimagan qismi filtrlab olinadi va filtrat orqali vodorod sulfid o'tkaziladi. Bundan tashqari filtratga oz-oz natriy sulfid eritmasi ham quyish mumkin:



To'q sariq cho'kma filtrlanadi, suv bilan yuviladi va 50-60 °C da quritiladi. Xavoda u barqaror.

Natriy tioantimonat

6 g surma (III)-sulfid olinib, 30 ml 20%-li natriy gidroksid eritmasida eritiladi, ustiga 3 g kukun holdagi oltingugurt qo'shiladi va eritmaning qizg'ish- sariq rangi sariq rangga o'tguncha aralashtirilib, qaynatiladi:



Issiq eritma filtrlanadi va kristallanish boshlanguncha bug'latiladi. Agar eritma xira bo'lsa, unga ozgina natriy gidroksid qo'shiladi.

VISMUT

Vismut (V)-oksid

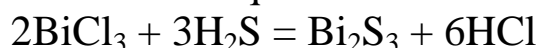
Vismut gidroksidi yoki oksoxloridi natriy gidroksid eritmasiga

($\rho = 1,37-1,38\text{g/sm}^3$) solinib, yaxshilab chayqatiladi. Qaynash boshlanguncha qizdiriladi. Qizdirish paytida eritmadan xlor o'tkaziladi va eritma jigarrangga kirganda xlor o'tkazish to'xtatiladi.

Eritma filtrlanadi, avval issiq suv keyin sovuq suv bilan yuviladi va 60-80 °C da quritiladi.

Vismut (III)-sulfid

Vismut (III)-xlorid eritmasidan (gidrolizlanmasligi uchun, xlorid kislota qo'shiladi) vodorod sulfid oqimi o'tkaziladi:



Bi_2S_3 ning qora cho'kmasi suv va etanol bilan yuviladi va 50-60 °C da quritiladi. Vismut (III)-sulfid namda oksidlanadi, shuning uchun uni quruq joyda saqlash kerak.

Vismut (III)-nitrat

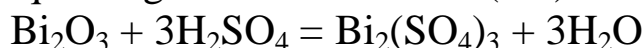
13 ml qizdirilgan nitrat kislota (1:1) 5 g vismut kukuni solinadi:



Reaksiya tugagandan keyin, eritma filtrlanadi, birinchi kristallar paydo bo'lguncha suv hammomida qizdiriladi va sovutiladi. Kristall cho'kma filtrlanadi, sovuq suv bilan yuviladi va filtr qog'ozi orasida quritiladi.

Vismut (III)-sulfat

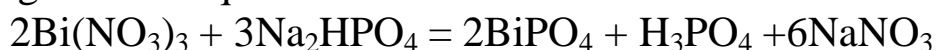
Vismut (III)-oksid qizdirilgan sulfat kislota (1:1) eritiladi:



Eritma vismut (III)-oksidning erimagan qismidan filtrlab olinadi va tuzning kristallanishi boshlanguncha bug'latiladi. Vismut (III)-sulfatning rangsiz kristallari shisha plasinkali filtr orqali filtrlanadi, etanol bilan yuviladi va 60-70 °C da quritiladi. $\text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3$ havoda barqaror.

Vismut (III) fosfat

Ozgina nitrat kislota qo'shilgan suvga 5 g vismut (III)-nitrat eritilib, to'yingan eritmasi tayyorlanadi va unga 2,5 g natriy gidrofosfat saqlagan to'yingan eritma qo'shiladi:



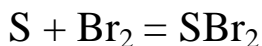
Ajralgan cho'kma filtrlanadi, suv bilan yuviladi va 50-60 °C da quritiladi. Vismut (III)-fosfat havoda barqaror.

DAVRIY SISTEMANING OLTINCHI GURUH ELEMENTLARI OLTINGUGURT

Oltingugurt (II)-bromid

Qalin shishali probirkaga 4,8 g toza oltingugurt va 3,8 ml brom solinadi. Keyin probirkani kavsharlab, u 2 soat davomida yopiq suv

hammomida qizdiriladi. Hosil bo'lgan bosimni kamaytirish uchun, probirkaning bo'sh hajmi 20-25 ml bo'lishi kerak:



Oltinugurt (II) bromid - qizil rangli yog'simon suyuqlik, u kavsharlangan ampulalarda saqlanadi.

XROM

Xrom (VI)-oksid

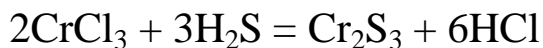
1 massa qism kaliy bixromat 10 massa qism suvda eritiladi va 5-6 massa qism sulfat kislota qo'shiladi. Eritma sovutiladi va 2-3 soatga olib qo'yiladi:



Hosil bo'lgan ignasimon to'q-qizil kristallar g'ovakli shisha plasinkali filtrda filtrlanadi va sulfat kislota yo'qotish uchun, 70-80%-li nitrat kislota bilan yuviladi. Keyin cho'kma 90-100 °C da quritiladi va shliflangan probkali shisha idishga o'tkaziladi. Xrom (VI)-oksid juda gigroskop modda.

Xrom (III)-sulfid

Qiyin eriydigan shisha nayga 2-3 g suvsiz xrom (III)-xlorid solinadi va 600 -650 °C da uning ustidan fosfor (V)-oksidi bilan quritilgan vodorod sulfid oqimi o'tkaziladi:



Xrom (III)-sulfid metall yaltiroqli qora kristall bo'lib, havoda barqaror.

Kaliy trixromat

Isitilib turgan holda 11 g. kaliy bixromat va 17,4 g xrom (VI)-oksidning to'yingan eritmasi tayyorlanadi. Tayyorlangan eritma taxminan 60 °C da bug'latiladi. Cho'kkan kristallar iliq holda dekantasiyalanadi va filtr qog'ozlar bilan siqiladi. Kaliy trixromat $K_3Cr_3O_{10}$ - to'q-qizil kristall modda bo'lib, havoda barqaror.

Ammoniy peroksidixromat

5 ml konsentrlangan xlorid kislota, 10 g ammoniy xlorid, 10 ml 50%-li xrom (VI)-oksid eritmasi va 100 ml suv aralashtiriladi. Qattiq sovutildandan keyin, aralashmaga 25 ml 30%-li vodorod peroksid eritmasi qo'shiladi. Tushgan cho'kma 1-1,5 soatdan keyin, so'rib olinadi, etanol bilan yuviladi va havoda quritiladi. Ammoniy peroksidixromat $(NH_4)_2Cr_2O_{12} \cdot 2H_2O$ binafsha-qora kristall, sovuqda barqaror, xona haroratida asta-sekin parchalanadi.

Xrom-kaliyli achchiqtoshlar

39,5 g kaliy bixromat 120 ml suvda eritiladi va unga ehtiyotlik bilan 9 g sulfat kislota ($\rho = 1,84 \text{ g/sm}^3$) quyiladi, eritma sovutilib, oltingugurt (IV)-oksid bilan to'yintiriladi. Xromning qaytarilishi natijasida eritma to'q-yashil rangga kiradi, hamda quyuvq bo'ladi. U kristallanishi uchun, xona haroratida 1 sutka turishi kerak. Cho'kkan kristallar $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ voronkada so'riladi va filtr qog'oz orasida quritiladi. Tuz og'zi zich yopiladigan idishda saqlanadi.

MOLIBDEN

Molibdat kislota

Qizdirib turgan holda ammoniy yoki natriy molibdatning eritmasi tayyorlanadi va kuchsiz kislotali muhit hosil bo'lguncha suyultirilgan nitrat kislota (1:1) qo'shiladi. Oq hajmdor $H_2MoO_4 \cdot H_2O$ cho'kmasi filtrlanadi, bir necha marta suv bilan yuviladi va havoda quritiladi.

Molibden (VI)-oksid

Molibdat kislotani yoki ammoniy molibdatni chinni tigelda 500-600 °C da qizdirib, molibden (VI)-oksid olinadi. Ba'zan qizdirish paytida Mo_2O_5 va MoO_2 hosil bo'lishi hisobiga, mahsulotning pastki qismi jigarrang yoki ko'k rangga kiradi. Bu paytda mahsulot eziladi, nitrat kislota bilan namlanadi va yana qizdiriladi.

Molibden (VI)-oksidni tozalash uchun, uni haydash kerak. Buning uchun u chinni qayiqchaga solinadi va qayiqcha chinni nayga joylashtiriladi. Nay elektr pechda 850 °C da qizdiriladi. Molibden (VI)-oksid havoda barqaror.

DAVRIY SISTEMANING YETTINCHI GURUH ELEMENTLARI XLOR

Vodorod xlorid, xlorid kislota va uni tozalash

Laboratoriya sharoitida metallarni xlorlash uchun ishlatiladigan vodorod xlorid, haydash kolbasidagi xlorid kislota yoki natriy xloridga tomchilab sulfat kislota quyish orqali olinadi. Reaksiya natijasida hosil bo'layotgan vodorod xloridning ajralish tezligini, sulfat kislota bilan to'ldirilgan yuvgichdan o'tayotgan pufakchalardan bilish mumkin. Sulfat kislota tomchilaridan tozalash va keyin quritish uchun, vodorod xlorid kolonkadan (sulfat kislota bilan namlangan shisha bo'lakchalari saqlagan naydan) o'tkaziladi.

Reaktiv sifatidagi xlorid kislota noorganik sintez ishlarida kerak bo'ladi. Bundan ham tozaroq xlorid kislota olish uchun, haydash

kolbasida (xlorid kislotaga sulfat kislotaga quyish kerak) olingan vodorod xlorid, avval qalay (II)- xlorid eritmasidan o'tkaziladi, keyin esa toza suvga yuttiriladi. Hosil qilingan xlorid kislotani ($C_{HCl} = 8-10 \text{ mol/l}$) ion almashinish smolalari KU-2 va AV-17 yordamida tozalash mumkin. Buning uchun, 25-30 ml li byuretkaga ion almashinish smolasi joylashtiriladi, ustiga alohida ulushlarda 150-200 ml xlorid kislotaga quyiladi va 1 soat davomida filtrlanadi. Ifloslangan smola toza suv bilan, keyin trilon B eritmasi va yana suv bilan yuviladi.

Bunda temir, mis, mishyak, qalay, titan, va boshqa moddalarni yo'qotish mumkin. Lekin marganest, kumush, kobalt qo'shimchalarini bu yo'l bilan yo'qotib bo'lmaydi.

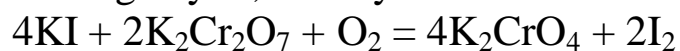
BROM

Brom

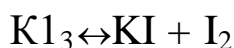
5 massa qism kaliy bromid va 2 massa qism marganest (IV)-oksid yoki kaliy bixromatdan tarkib topgan aralashma, sovutgich bilan ulangan reaksion kolbaga solinadi. Kolbaning bo'g'ziga shliflangan tomchi voronka orqali oz-oz 4 massa qism sulfat kislotaga quyiladi. Reaksion aralashma reaksiya oxirida ozgina qizdiriladi. Bromning qaynash harorati pastligini e'tiborga olib ($59,2 \text{ }^\circ\text{C}$), brom bug'larining kondensatlanishi uchun yaxshi ishlaydigan sovutgichni qo'llash kerak. Qorga joylashtirilgan yig'gichda suyuq bromni disillangan suv ostida to'plash kerak. Sovutgich kolbaga shlif orqali ulanishi kerak, chunki rezina tiqinlar tez yemiriladi. Bu usul bilan olingan brom tarkibida xlor, yod, oltingugurt birikmalari bo'lishi mumkin

Yod

Yodni olish uchun, 1 massa qism kaliy yodid va 1,5-2 massa qism kaliy bixromat aralashtiriladi. Aralashma eziladi, chinni kosachaga solinadi va soat oynasi bilan yopilib, ustiga suv quyiladi. Aralashma qizdirilganda, hosil bo'lgan yod, soat oynasida kondensatlanadi:



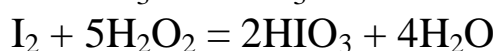
Hosil qilingan yodni tozalash uchun, uning oz miqdori kaliy yod bilan aralashtiriladi va sublimatlantiriladi. Boshqa usulda yod konstantrlangan kaliy yod eritmasida eritilib, shisha filtr orqali filtrlanadi va suv bilan suyultiriladi:



Cho'kma ajratib olinadi, sovuq suv bilan yuviladi va eksikatorida quritiladi.

Yodat kislota

Yodat kislota olish uchun, bo'g'zi keng kolbaga mayda ezilgan yod solinadi, usiga nitrat kislota ($p = 1,52-1,54 \text{ g/sm}^3$) yoki vodorod peroksid eritmasi quyiladi va ozgina qizdirilib, chayqatiladi:



Yodning oksidlanish reaksiyasi sekin kechadi, bir necha gramm yod oksidlanishi uchun, ancha uzoq vaqt sarf bo'ladi. Agar oksidlanish jarayoni sekinlashsa yoki kolbadagi suyuqlik miqdori ozaysa, yana ozgina nitrat kislota (yoki vodorod peroksid) quyiladi.

Yod erib bo'lgandan keyin, suyuqlik chinni kosachada $110-120 \text{ }^\circ\text{C}$ da bug'latiladi. Hosil qilingan kislota kukuni oz miqdordagi suvda eritilib, suv hammomida $50-60 \text{ }^\circ\text{C}$ da yana bug'latiladi. Eritma sovutilgandan keyin, yodat kislota cho'kmasi filtrlanadi. Keyin sovuq suv, etanol va efir bilan yuviladi.

Yod (V)-oksid

Yodat kislota shisha nayga solinadi va quruq havo oqimida avval $100 \text{ }^\circ\text{C}$ da, keyin $240 \text{ }^\circ\text{C}$ da qizdiriladi. Parchalanish ikki bosqichda boradi:



Hosil bo'lgan moddaning gigroskopligini e'tiborga olib, uni kavsharlangan ampulada saqlash kerak.

MARGANES

Marganest (IV)-oksid

Marganest nitratni $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ elektr pechda (azot oksidlari to'liq yo'qolguncha) $420 \text{ }^\circ\text{C}$ da qizdirib, marganest (IV)-oksidi olinadi. Qizdirilgandan keyin, mahsulot shisha filtrda suyultirilgan nitrat kislota bilan yuviladi va $105 \text{ }^\circ\text{C}$ da quritiladi. Marganest (IV)-oksid qora rangda bo'lib, havoda barqaror.

Marganest (III)-oksid

Marganest (IV)-oksid MnO_2 ni chinni tigelda 2 soat davomida qizdirib (doimiy massagacha), marganest (III)-oksid Mn_2O_3 olinadi. Isitish asbobi sifatida tigelli elektr pechdan foydalanish mumkin. Qizdirish haroratini $580-620 \text{ }^\circ\text{C}$ atrofida saqlash kerak. Bundan past haroratda marganest (IV)-oksidning parchalanish tezligi keskin pasayadi, yuqori haroratda esa

marganest (II, III) hosil bo'ladi.

600 °C da qizdirilganda, oksidning kubsimon kristall panjarali α - shakli hosil bo'ladi. Bundan tashqari marganest (III)-oksidning tetragonal panjarali β -shakli ham mavjud. Marganest (III)-oksid qora rangli, havoda barqaror.

Marganest (II, III)-oksid

Chinni tigeldagi marganest (IV)-oksidni 1000-1100 °C da qizdirib (doimiy massagacha), marganest (II, III)-oksidi olinadi. Tigelning qopqog'ini ochmasdan, hosil qilingan mahsulotni tez sovutib olish kerak. Marganest (II, III) oksid qora rangli bo'lib, havoda barqaror.

DAVRIY SISTEMANING SAKKIZINCHI GURUH

ELEMENTLARI

TEMIR

Temir (III)-oksid

Temir nitratni yoki temir (III)-gidroksidni qizdirib, temir (III)-oksid olinadi. Avval temir nitrat chinni kosachada erigancha qizdiriladi, keyin aralastirib turgan holda qotiriladi. Kristallizasion suv va asosli nitratlarni yo'qotish uchun, mahsulot chinni tigelda 600-700 °C da qizdiriladi. Agar dastlabki moddalar yetarlicha toza va qayta kristallnagan bo'lsa, hosil qilingan temir (III)-oksid tarkibida begona ionlarning miqdori mingdan bir ulushlarda bo'ladi.

Temir (III)-gidroksid olish uchun, 60 °C da qizdirilgan uch valentli temir tuzining, masalan, xloridi yoki nitratining eritmasiga mo'l miqdorda ammiak eritmasi quyiladi. Cho'kkan temir (III)-gidroksid bir necha marta dekantasiya qilib yuviladi (issiq suv bilan), keyin filtrlanadi va cho'kma tarkibidagi nitrat yoki xlorid ionlari to'liq yo'qolguncha filtrda yuviladi. Undan keyin chinni qoshiqcha yordamida cho'kma fitrdan chinni kosachaga o'tkaziladi, quritish shkafida quritiladi va 600-700 °C da 1 soat davomida qizdiriladi. Temir (III)-oksid qizg'ish- g'isht rangli bo'lib, havoda barqaror.

Temir (II)-sulfat (geptagidrat)

Zangdan tozalangan temir qizdirib turgan holda 20-25%-li sulfat kislotada eritiladi va hosil bo'lgan to'yingan eritma (erimagan temir bilan birgalikda) bir necha vaqt qizdiriladi. Keyin eritma tez filtrlanadi, ozgina sulfat kislotaga qo'shiladi va eksikatorida kristallantiriladi. Sovutilgandan keyin cho'kkan kristallar tezda so'riladi, suv yoki 50%-li etanol bilan

yuviladi va filtr qog'oz orasida quritiladi. Temir (II)-sulfat $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ tuzi och-yashil rangda bo'lib, havoda oksidlanadi. Shuning uchun u og'zi zich yopiladigan idishda saqlanadi.

Temir (III)-nitrat (to'qqiz molekula suv saqlagan gidrat)

Temir (III)-oksidni vodorod bilan qaytarish natijasida olingan toza temir, qizdirib turgan holda, suyultirilgan nitrat kislotada (50-55%) eritiladi:



Eritma filtrlanadi, suv hammomida qizdirib konsentrlanadi va kristallanishi uchun, sulfat kislotada ustidagi eksikatorida qoldiriladi. Cho'kkan kristallar shisha filtrda so'riladi, ozgina nitrat kislotaga qo'shilgan muzdek suv bilan yuviladi va qattiq kaliy gidroksid ustidagi eksikatorida quritiladi. Temir (III)-nitrat $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ och-binafsha rangda bo'lib, nam havoda asta-sekin eriydi. Shuning uchun uni og'zi zich yopiladigan idishda saqlash kerak.

Kaliy trioksalatoferrat (III)

Stexiometrik miqdorda olingan kaliy oksalat va biron bir temir (III) tuzining konsentrlangan eritmaları qo'shiladi. Eritma kristallanishi uchun, sulfat kislotada ustidagi eksikatorga joylashtiriladi. Cho'kkan kristallar filtrlab olinadi, oz miqdordagi suv bilan yuviladi va kislotada ustidagi eksikatorida quritiladi. Yuqoridagi barcha ishlarni qorong'iroq xonada yoki qizil lampali xonada bajarish kerak.

Mor tuzi

Minimal hajmdagi suvda 139 massa qism temir (II)-sulfat va 66 massa qism ammoniy sulfat eritiladi. Agar kerak bo'lsa, eritmalar filtrlanadi, 60-70 °C da qizdiriladi va chinni kosachaga olib, ozgina suyultirilgan sulfat kislotaga qo'shiladi. Sovutish paytida eritmani aralashtirib turish kerak. Cho'kkan kristallar bir marta sovuq suv bilan yuviladi va 50-60 °C da quritiladi. Mor tuzi $FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$ och-havo rangli bo'lib, havoda barqaror.

KOBALT

Kobalt (II)-oksid

Kobalt (II) nitrat chinni kosachada qizdiriladi. Avval tuz o'zining kristallizatsion suvida eriydi, harorat ko'tarilganda qattiq massaga o'tadi. U ezilib kukun holga keltiriladi va 930-950 °C da 2-3 soat davomida tigelda qizdiriladi. Bundan yuqori haroratda parchalanish reaksiyasi tezlashadi. Kislorodning birikishini oldini olish uchun, olingan mahsulot

iloji boricha tezroq sovutiladi. Oksidning yuqori qavati olib tashlanadi. Olingan kobalt (II)-oksidi xira-yashil rangda bo'ladi.

Kobalt (III)-oksidi

Kobalt (II)-gidroksidni oksidlovchi, masalan, xlorli suv bilan qaynatib, kobalt (III)-oksidi olinadi. Undan keyin oksid 250 °C da degitratlanadi. Kobalt (III)-oksidi qora rangli bo'lib, havoda barqaror.

Kobalt (III)-gidroksid

30 ml suvda 5-6 g kaliy gidroksid eritilgan eritmasi, 9 g kobalt (II)-nitrat saqlagan 150 ml eritmasiga quyiladi va ustiga 1,2 ml brom qo'shiladi. Olingan eritma chayqatiladi va cho'kma 3-4 marta dekantasiyalanadi. Yuvish uchun har safar 100-200 ml suv olinadi. Keyin cho'kma tez so'riladi va vakuum-eksikatorida quritiladi. Kobalt (III)-gidroksid $Co(OH)_3 \cdot nH_2O$ - qora kukun, quruq holda havoda nisbatan barqaror.

Kobalt (II)-nitrat (kristallogidratlar)

Kobalt (II)-karbonat 30-40%-li nitrat kislota to'yinguncha eritiladi. Eritma qizdiriladi va ortiqcha karbonatlardan filtrlanadi, filtratga ozgina nitrat kislota qo'shiladi va 45-50 °C da birinchi kristallar paydo bo'lguncha bug'latiladi. Kristallar filtrlanib olinadi va avval filtr qog'oz orasida, keyin 30 °C da termostatda quritiladi. Kobalt (II)-nitratning geksagidrat -21 va +55 °C oralig'ida kristallanadi. 55,5 °C dan yuqori haroratda u o'zining kristallizatsion suvida eriydi va eritmada trigidrat ajralib chiqadi. Havoda 70-74 °C da geksagidratni quritganda digidrat hosil bo'ladi. Kobalt (II)-nitratning hamma kristallogidratlari qizil rangli, gigroskop va nam havoda asta-sekin eriydi.

Kobalt (II)-sulfat (kristallogidratlar)

Kobalt (II)-karbonat $CoCO_3 \cdot 6H_2O$ to'yinguncha suyultirilgan sulfat kislota (1:5) eritiladi. Eritma qizdiriladi va erimagan karbonat filtrlanadi. Filtratga ozgina sulfat kislota qo'shiladi, 40 °C da bug'latiladi va sovutiladi. Cho'kkan heptagidrat kristallari filtrlab olinadi, suv bilan yuviladi va filtr qog'oz orasida yoki havoda quritiladi. Quruq havoda heptagidrat geksagidratga o'tadi. Sulfat kislota ustida hepta- va geksagidratlar quritilganda tetragidrat hosil bo'ladi. Digidrat olish uchun hepta- va geksagidratga etanol quyib, qurigancha bug'latiladi. Bu ish uch marta takrorlanadi. 250 °C haroratda suvsiz tuz hosil bo'ladi.

Kobalt (II)-sulfat kristallogidratlari pushti rangda bo'lib, ular yopiq idishlarda saqlanadi.

NIKEL

Nikel (II)-oksid

Nikel (II)-nitrat yoki karbonat platina (korund, chinni) tigelda 900-1000 °C da 0,5-1 soat davomida qizdiriladi:



Nikel (II)-oksid - o'zgaruvchan tarkibli birikma bo'lib, qizdirish haroratiga bog'liq. Nikel (II)-karbonatni vakuumda ham qizdirish mumkin, bunda haroratni 350-400 °C gacha tushirish kerak. Nikel (II)-oksid xira-yashil rangli kukun, havoda barqaror.

Nikel (II)-karbonat

Nikel (II)-nitrat yoki xloridning suyultirilgan iliq eritmasiga mo'l miqdorda natriy gidrokarbonatning iliq eritmasi qo'shiladi:



Och-yashil $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ cho'kmasi, uglerod (IV)-oksid bilan to'yintirilgan suv bilan yuviladi va 40-50 °C da quritiladi. Havoda tuz barqaror.

Nikelammoniysulfat

Reaksiya tenglamasiga muvofiq miqdorda nikel (II)-sulfat va ammo-niy sulfatlarning to'yingan eritmalari qo'shiladi:



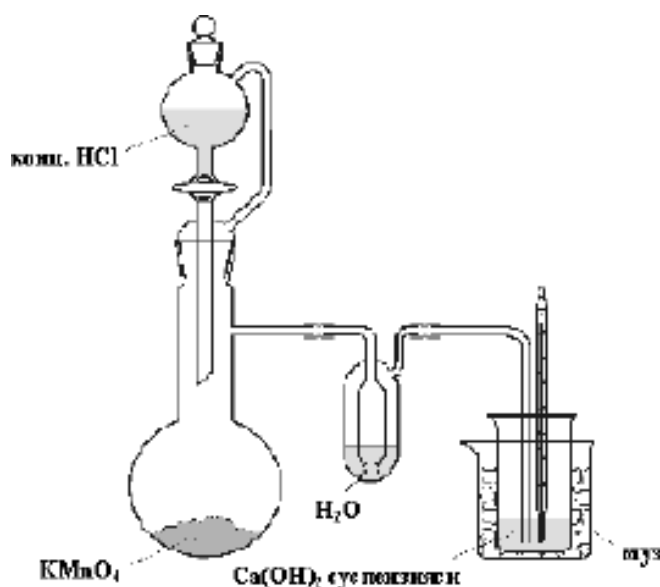
Eritma kristallanishi uchun, havoda yoki sulfat kislota ustidagi eksikatorga qo'yiladi. Nikelammoniysulfatning kristall cho'kmasi filtrlab olinadi, suv bilan yuviladi va havoda quritiladi. Tuz havoda barqaror.

MURAKKAB SINTEZLAR METODIKASI

XLOROFORMNING OLINISHI

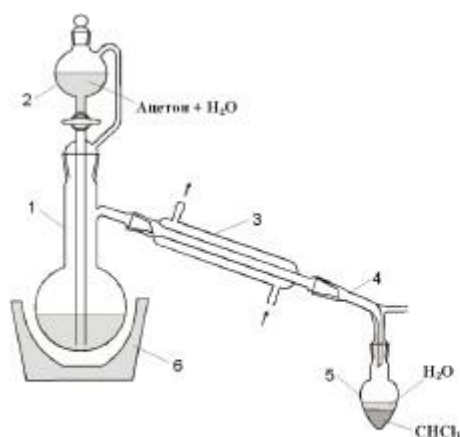
Reaktivlar: kalsiy gidroksid - 30 g; kaliy permanganat - 30 g; kon-stentrlangan xlorid kislota - 50 ml; asteton - 10 ml.

Jihozlar: oqartiruvchi ohak olish uchun asbob; xloroform olish uchun asbob; xloroformni haydash asbobi.

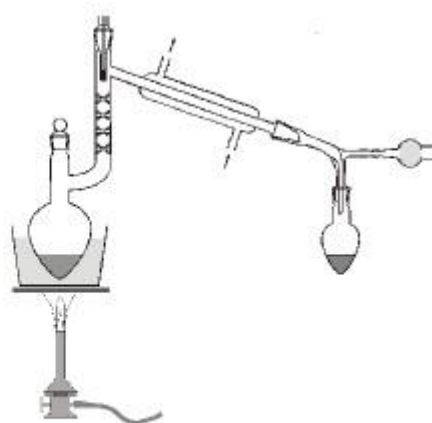


34-rasm. Oqartiruvchi ohak olish asbobi.

Birinchi navbatda oqartiruvchi ohak olinadi (34-rasm). Buning uchun 100 ml sig'imli stakanga 30 g toza so'ndirilgan ohak solinib, ustiga 30-40 ml suv



35-rasm. Xloroform sintezi uchun asbob.
1 – reaktor; 2 – tomchi voronka; 3 – sovutgich; 4 – alonj; 5 – yig'gich; 6 – suv hammomi.



36-rasm. Xloroformni haydash asbobi.

quyiladi va aralashma yaxshilab aralashtiriladi. Stakan muzli hammomga joylashtiriladi va aralashma orqali vodorod xloriddan tozalangan xlor o'tkaziladi (*ish mo'rili shkafda bajariladi, xlor zaharli gaz!*). Xlor miqdori reaksiya tenglamasi *bo'yicha* hisoblanadi va *to'liq* yutilgani stakaning massasini *o'lchash* orqali aniqlanadi.

Tayyorlangan oqartiruvchi ohak 35-rasmda ko'rsatilgan kolbaga o'tkaziladi va ustiga 75 ml suv quyiladi. Tomchi voronkasiga 10 ml asteton va 10 ml suv aralashmasi solinadi. Tomchi voronkaning uchi kolbadagi suyuqlik sathidan pastda *bo'lishi* kerak. Hosil qilingan

xloroformning bug'lanishini oldini olish uchun, yig'gichga 10 ml suv solinadi. Kolbaga tomchilab asteton qo'shiladi va kolba qizdiriladi. Agar reaksiya juda ham shiddatli kechsa, qizdirish to'xtatiladi.

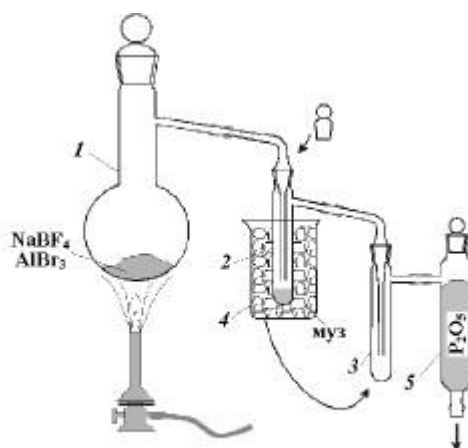
Reaksiya tenglamasi yozilsin.

Tajriba tugagandan keyin xloroform ajratgich voronka yordamida ajratiladi va suvsiz mis sulfat ustida quritiladi. Quruq xloroform haydash asbobidagi kolbaga o'tkaziladi (36-rasm). Kolba suv hammomida qizdiriladi va 62 °C da qaynaydigan fraksiya ajratib olinadi. Yig'gich xloroform bilan birga tortiladi va reaksiya unumi (% da) hisoblanadi.

BOR (III)-BROMIDNING OLINISHI

Reaktivlar: alyuminiy (III)-bromid - 27 g; natriy tetraftorborat - 6,5 g.

Jihozlar: 250 ml tubi yumaloq kolba; yig'gichlar - 2 dona; P₂O₅ solingan quritish kolonkasi.



37-rasm. Bor (III)-bromid olish asbobi.

1 – reaksiya kolba; 2, 3 – yig'gichlar; 4 – muz hammomi; 5 – quritish kolonkasi

37-rasmda ko'rsatilgan asbob yig'iladi. Quruq kamerada chinni havonchada 27 g suvsiz alyuminiy (III)-bromid va 6,5 g natriy tetraftorborat eziladi. Aralashma kolba 1 ga o'tkaziladi va shlifli tiqin bilan bekitiladi. Yig'gich 2 muz va natriy xloriddan iborat sovutuvchi aralashmaga joylashtiriladi.

Reaktor ehtiyotlik bilan gaz gorelkasining alangasida qizdiriladi. Reaksiya tugagandan keyin sovutuvchi aralashma yig'gich 2 dan yig'gich 3 ga o'tkaziladi. Yig'gich 2 reaktordan ajratiladi va tiqin bilan bekitiladi. Gaz gorelkasining alangasida yig'gich 2 qizdirilib, bor (III)-bromid yig'gich 3 ga haydaladi. Hosil qilingan moddaning massasi o'lchanadi va unumi (% da) aniqlanadi.

Bor (III)-bromidning bir necha tomchisi ozroq miqdordagi suvga qo'shiladi va eritmaning pH qiymati aniqlanadi.

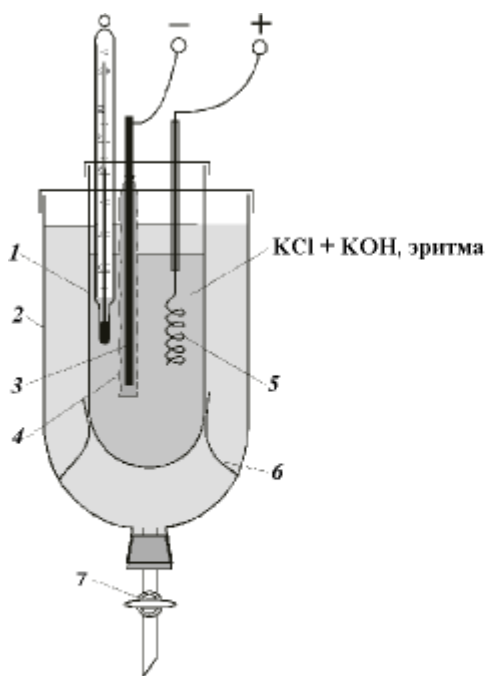
Reaksiya tenglamasi yozilsin.

KALIY XLORAT SINTEZI

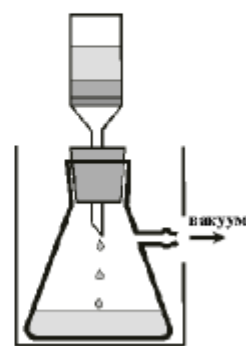
Reaktivlar: kaliy xlorid; kaliy gidroksid.

Jihozlar: elektrolizyori; o'zgarmas tok manbai; stakan; voronka

38-rasmda tasvirlangan elektroliz asbobi yig'iladi. Elektrolitik yacheyka 1 ushlagich 6 lar vositasida elektrolizyori ichiga joylashtiriladi. 100 ml 25 %-li kaliy xlorid eritmasi tayyorlanadi. Kaliy gidroksidning 2%-li eritmasi tomchilab qo'shiladi va eritmaning pH qiymati 10 ga yetkaziladi (*universal indikator bilan tekshiriladi*). Tayyor bo'lgan eritma yacheyka 1 ga solinadi. Elektrolizyori korpusi va yacheyka orasidagi bo'shliq issiq ($\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$) suv bilan to'ldiriladi. Elektrodlar eritmaga tushiriladi va ular o'zgarmas tok manbaiga ulanadi. Grafit elektrod 3 manfiy qutbga, platina elektrod 5 esa musbat qutbga ulanadi (*almashtirilmasin! Aks holda grafit elektrod yemiriladi va eritma ifloslanadi*).



38-rasm. Kaliy xlorat olish uchun elektrolizyori.
1 – yacheyka korpusi; 2 – elektrolizyori korpusi; 3 – grafit elektrodi; 4 – shishali izolyator; 5 – platina elektrodi; 6 – ushlagich; 7 – jo'mrak.



39-rasm. Past bosim osida filtrlash.

Eritmadan o'tayotgan tok kuchi 4 A ga tenglashtiriladi. Elektroliz 3 soat davomida mo'rili shkafda olib boriladi. Yacheyka ichidagi harorat 60-80 $^{\circ}\text{C}$ atrofida saqlanadi. Agar harorat 80 $^{\circ}\text{C}$ dan ohsa, yacheyka va elektrolizyori orasiga muz bo'lakchalari tashlanadi. Ortiqcha suv

elektrolizyorning pastki qismida joylashgan jo'mrak orqali oqizib yuboriladi. Elektroliz tugagandan keyin elektr toki o'chiriladi va elektrodlar olinib, eritma stakanga o'tkaziladi. Eritma muz hammomida 0 °C gacha sovutiladi. Tushgan kristallar eritmada past bosimda shisha filtr orqali ajratib olinadi (39-rasm). Kristallar spirt bilan yuviladi va quritiladi. Tok bo'yicha nazariy unumga nisbatan tajriba unumi (% da) hisoblanadi.

Moddaning oz miqdori suvda eritiladi. Sifat reaksiyalar yordamida hosil bo'lgan modda - kaliy xlorat ekanligi isbotlanadi.

Reaksiya tenglamasi yozilsin.

KALIY PEROKSODISULFAT SINTEZI

Reaktivlar: kaliy gidrosulfat - 25 g; etanol - 15 ml.

Jihozlar: elektrolizyori; o'zgarimas tok manbai; stakan; voronka
40-rasmda tasvirlangan elektroliz asbobi yig'iladi.

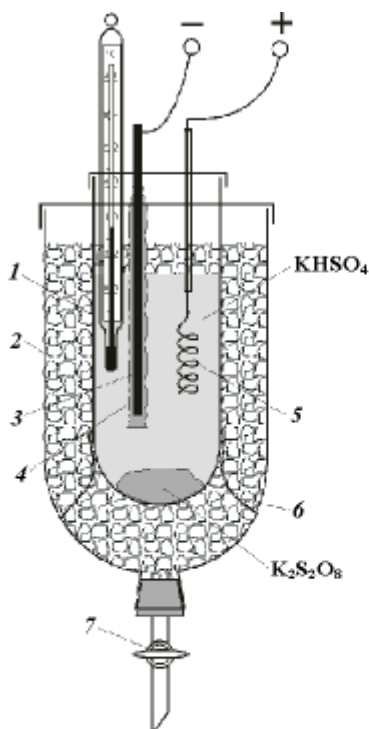
Elektrolitik yacheyka 1 ushlagich 6 lar vositasida elektrolizyori ichiga joylashtiriladi. Yacheykaga 100 ml 25%-li kaliy gidrosulfat eritmasi solinadi. Elektrolizyori korpusi va yacheyka orasidagi bo'shliq muz bo'lakchalari va suv bilan to'ldiriladi. Elektrodlar eritmaga tushirilib, o'zgarimas tok manbaiga ulanadi. Grafit elektrod 3 manfiy qutbga, platina elektrod 5 esa musbat qutbga ulanadi (*almashtirilmasin! Aks holda grafit elektrod yemiriladi va eritma ifloslanadi*).

Eritmadan o'tayotgan tok kuchi 4 A ga tenglashtiriladi. Elektroliz 1 soat davomida olib boriladi. Yacheyka ichidagi harorat 30-40 °C dan oshmasligi kerak. Buning uchun yacheyka va elektrolizyori korpusi orasiga muz bo'lakchalari solib turiladi. Ortiqcha suv elektrolizyorning pastki qismida joylashgan jo'mrak 7 orqali oqizib yuboriladi. Elektroliz tugagandan keyin elektr toki o'chiriladi va elektrodlar olinadi. Eritma stakanga o'tkaziladi va muz hammomida 0 °C gacha sovutiladi. Tushgan kristallar eritmada past bosimda shisha filtr orqali ajratib olinadi (41-rasm). Uch marta (5 ml dan) spirt bilan yuviladi va quritiladi. Hosil qilingan modda, massasi aniq byuksga o'tkaziladi va u bilan birgalikda tortiladi. Tok bo'yicha nazariy unumga nisbatan tajriba unumi (% da) hisoblanadi.

Hosil qilingan birikmaning 10 ml to'yingan eritmasi tayyorlanadi va 3 ta probirkaga taqsimlab quyiladi. Birinchi probirkaga 1 ml 1 n sulfat kislota, 1 tomchi kumush nitrat va 1 tomchi marganest sulfat eritmalari; ikkinchi probirkaga 1 ml xrom (III)-sulfat va 2 ml 1 n natriy gidroksid eritmalari; uchinchi probirkaga 1 ml 1 n natriy gidroksid va 1 ml 1 n

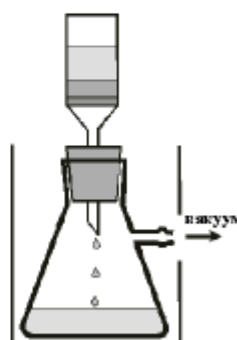
marganest sulfat eritmalari qo'shiladi. Har uchala probirkalarda nimalar sodir bo'ladi?

Reaksiya tenglamasi yozilsin.



40-rasm. Kaliy peroksidisulfat olish uchun elektrolizyor.

1 – yacheyka korpusi; 2 – elektrolizyor korpusi; 3 – grafit elektrodi; 4 – shishali izolyator; 5 – platina elektrodi; 6 – ushlagich; 7 – jo'mrak.



41-rasm. Past bosim osida filtrlash.

YOD (III)-XLORID SINTEZI

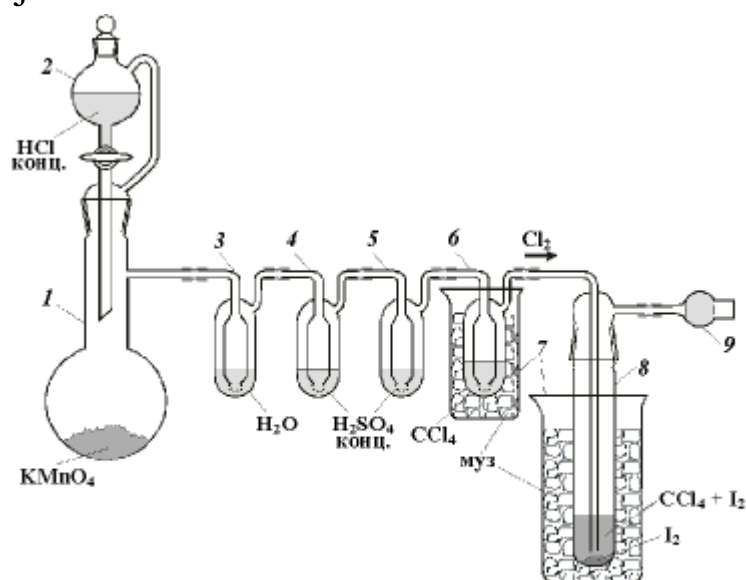
Reaktivlar: kaliy permanganat - 15 g; konsentrlangan xlorid kislota; yod - 15 g; uglerod tetraxlorid - 15 ml.

Jihozlar: Vyurst kolbasi; tomchi voronka; yuvgichlar - 3 dona; shisha filtrli voronka.

42- rasmda ko'rsatilgan asbob yig'iladi. Vyurst kolbasi 1 ga 15 g kaliy permanganat, tomchi voronkasi 2 ga konsentrlangan xlorid kislota solinadi. Yuvgich 3 suv bilan, yuvgichlar 4, 5 konsentrlangan sulfat kislota bilan va yuvgich 6 uglerod tetraxlorid bilan to'ldiriladi. Reaktor 8 ga 1,5 g toza yod va 15 ml quruq uglerod tetraxlorid solinadi. Reaktor gaz o'tkazuvchi nayli qopqoq bilan yopiladi.

Ehtiyotlik bilan tomchi voronkaning jo'mragi ochilib, konsentrlangan

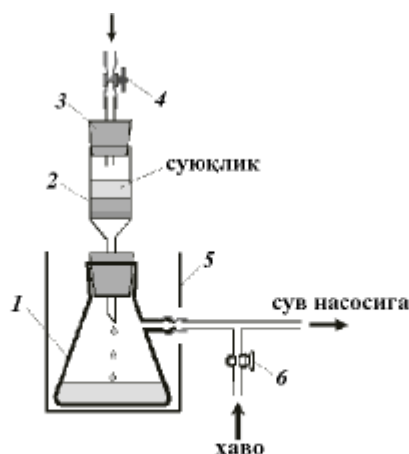
xlorid kislota tomchilatib kaliy permanganatga qo'shiladi va intensiv xlor oqimi reaktordagi eritma orqali o'tkaziladi (*mo'rili shkafda bajarila-di! Xlor zaharli gaz!*). Har 2-3 minutda reaksiyon aralashma shisha tayoqcha bilan aralastirilib turiladi. Buning uchun xlor o'tkazishni to'xtatmasdan, reaktor qopqog'i qisqa vaqt ichida bir oz ochiladi. Hamma yod erib bo'lgandan keyin, tomchi voronkaning jo'mragi yopiladi va reaktor xlor olish asbobidan ajratib olinadi.



42-rasm. Yod (III)-xlorid olish asbobi.

1 – Vyurst kolbasi; 2 – tomchi voronka; 3 – suvli yuvgich; 4, 5 – sulfat kislotali yuvgichlar; 6 – CCl₄ ni yuvgich; 7 – muz hammomlari; 8 – reaktor; 9 – kalsiy xloridli nay.

Filtrlash asbobi yig'iladi va suv nasosiga ulanadi. Nasos yoqilib, jo'mrak 6 ochiladi. Uglerod tetraxloriddagi yod (III)-xlorid cho'kmasi shisha filtrli voronka 2 ga o'tkaziladi va ustiga tezgina yuvgich 6 dagi CCl₄ dan 2-3 ml qo'shiladi, reaktor devorlaridagi qoldiq 2 marta yuviladi va shu voronkaga quyiladi. Yod (III)-xloridni filtrlashga o'tkazish paytida uning suyuqlik ostida bo'lishi kuzatiladi. Voronka 2 ga quruq argon (azot) o'tkazish uchun qisqichi 4 bo'lgan nayli tiqin 3 joylashtiriladi. Qisqich 4 ni ozgina ochib, cho'kma past bosimda, inert gaz oqimida quritiladi. Voronka 2 quruq modda bilan birga kameraga olib qo'yiladi. Olingan modda filtdan aniq massali probirkaga o'tkaziladi. Probirka tiqin bilan yopiladi va tortiladi. Reaksiya unumi (% da) hisob lanadi.



43-rasm. Past bosim osida filtrlash asbobi.

1 – Bunzen kolbasi; 2 – shisha filtrli voronka; 3 – havo o'tkazish nayi bo'lgan tiqin; 4 – qisqich; 5 – stakan.

Filtrda qolgan modda ochiq havoda qizdiriladi va yuz beradigan *o'zgarishlar* kuzatiladi. Yod (III)-xloridning ozroq miqdori 15 ml suvda eritiladi. Eritmaning pH qiymati aniqlanadi. Eritmada qanday mahsulotlar hosil bo'ladi?

Reaksiya tenglamalari yozilsin.

SUVSIZ DIOKSOVANADIY NITRAT (VO_2NO_3) SINTEZI

Reaktivlar: qo'rg'oshin nitrat - 17,5 g; kvarstli qum - 5 g; astetonitril - 7 ml; vanadiy - 0,5 g.

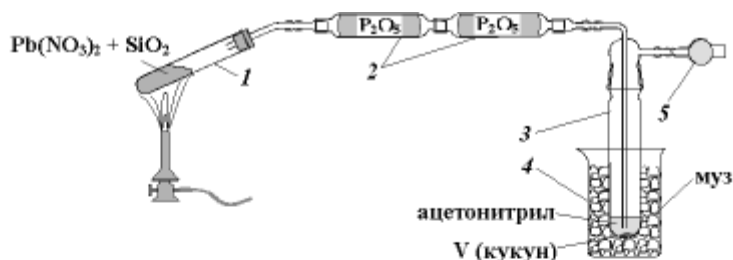
Jihozlar: probirka; quritish kolonkalari; reaktor; yig'gich; G-simon nasadka.

44-rasmda ko'rsatilgan asbob yig'iladi. Chinni havonchada 17,5 g qo'rg'oshin nitrat va 5 g quruq kvarstli qum eziladi. Olingan moddalar $120\text{ }^\circ\text{C}$ da quritilgan bo'lishi kerak. Reaktor 3 ga 7 ml absolyut astetonitril va 0,3-0,5 g mayda ezilgan, tozalangan vanadiy kukuni solinadi. Reaktor muzli hammomga joylashtiriladi.

Probirka 1 NO_2 to'liq ajralguncha gorelkaning kuchli alangasida qizdiriladi (*mo'rili shkafda bajariladi! NO_2 zaharli gaz!*). Tajriba tugagandan keyin, reaktor qopqog'i kalsiy xlorid nayli tiqin bilan almashtiriladi va reaktor 1 kechaga *mo'rili shkafda* qoldiriladi. Keyingi kun astetonitril suv nasosi vakuumida haydaladi (45- rasm).

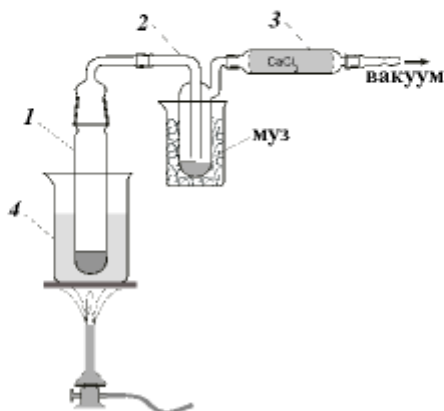
Buning uchun reaktordagi tiqin G-simon nasadka bilan almashtiriladi. G-simon nasadkaga muz bilan sovutilgan yig'gich (astetonitrilni kondensatslash uchun) va donador kalsiy xlorid solingan kolonka ulanadi. Reaktor suvli stakanga solinadi va nasos yoqiladi (*ko'zoynak kiyiladi!*).

Stakandagi suv qaynaguncha qizdiriladi va astetonitrilning hammasi haydab olinadi.



44-rasm. Azot (III)-oksid olish asbobi.

1 – probirka; 2 – fosfor (V)-oksidli kolonkalar; 3 – reaktor; 4 – muz hammomi; 5 – kalsiy xloridli nay.



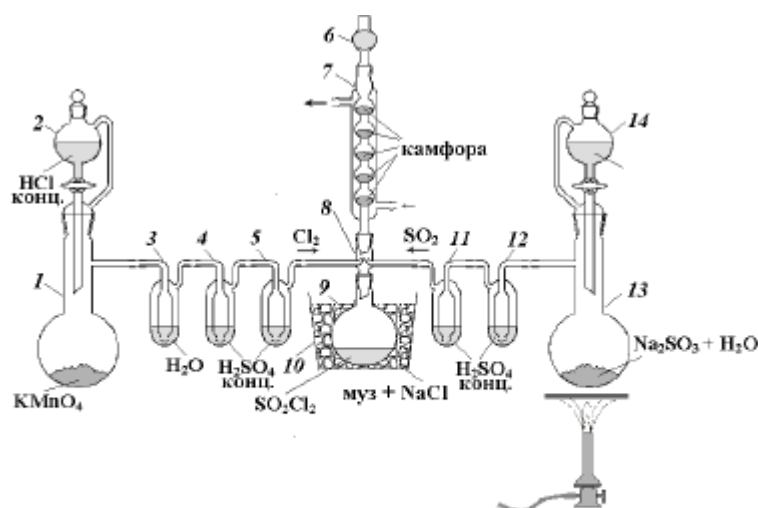
45-rasm. Astetonitrilni haydash asbobi.

1 – reaktor; 2 – tomchi yig'gich; 3 – kalsiy xloridli kolonka; 4 – muz hammomi.

SULFURIL XLORID SINTEZI

Reaktivlar: kamfora - 0,5 g; natriy sulfit - 25 g; konst. H_2SO_4 - 30 ml; kaliy permanganat - 15 g; konst. HCl - 30 ml.

Jihozlar: tubi yumaloq kolba; sharli sovutgich; nasadka; xlor olish asbobi; SO_2 olish asbobi; haydash asbobi; alonj; yig'gich-kolba.



46-rasm. Sulfuril xlorid olish asbobi.

1, 13 – Vyurst kolbalari; 2, 4 – tomchi voronkalari; 3, 4, 5, 11, 12 – yuvgichlar; 6 – kalsiy xloridli nay; 7 – sharli sovutgich; 8 – nasadka; 9 – yig'gich kolba; 10 – muz hammomi.

46-rasmda *ko'rsatilgan* asbob yig'iladi. Sovutgich 7 ning har bir shar-chasiga yupqa qatlam qilib shishali paxta joylanadi va ustiga kamfora quyiladi (kamforaning umumiy massasi 0,5 g).

Xlor olish uchun Vyurst kolbasi 1 ga 15 g kaliy permanganat va tomchi voronka 2 ga konsentrlangan xlorid kislota quyiladi.

Oltinugurt (IV)-oksid olish uchun Vyurst kolbasi 13 ga 25 g natriy sulfit solinadi va 5 ml suv bilan namlanadi. Tomchi voronkasi 14 ga konsentrlangan sulfat kislota quyiladi. Yig'gich-kolba 9 bo'g'zigacha muz hammomiga joydashtiriladi.

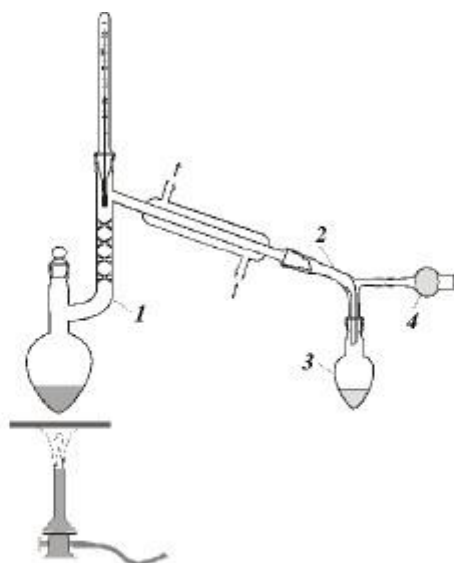
Tomchi voronkalarining jo'mraklarini sekin ochib, sistema orqali bir-daniga xlor va oltinugurt (IV)-oksid o'tkaziladi (***mo'rili shkafda bajariladi! Xlor xavfli gaz!***). Kamfora orqali gazlar bir xil tezlikda o'tishi kerak. Tajriba boshida sovutkichda va yig'gich-kolba 9 da sulfuril xlorid to'plana boshlagandan keyin, sovutgich orqali kuchsiz suv oqimi yuboriladi. Sulfuril xloridning miqdori 10 ml ga yetgandan keyin sintez to'xtatiladi.

Suyuqlik yig'gichdan haydash asbobiga o'tkaziladi (47-rasm).

Kolba 1 asbest to'r orqali gorelka bilan qizdiriladi va 68-70 °C da qaynaydigan fraksiya massasi o'lchangan yig'gichga haydaladi. Yig'gich asbobdan ajratiladi, shisha tiqin bilan yopiladi va unum (% da) hisoblanadi.

Sulfuril xloridning oz miqdori suvli stakanga quyiladi (***mo'rili shkafda bajariladi! Shishasi tushirilsin!***). Nima kuzatiladi? Sifat reaksiyalari yordamida gidroliz mahsulotlari aniqlanadi.

Reaksiya tenglamalari yozilsin.



47-rasm. Sulfuril xloridni haydash asbobi.

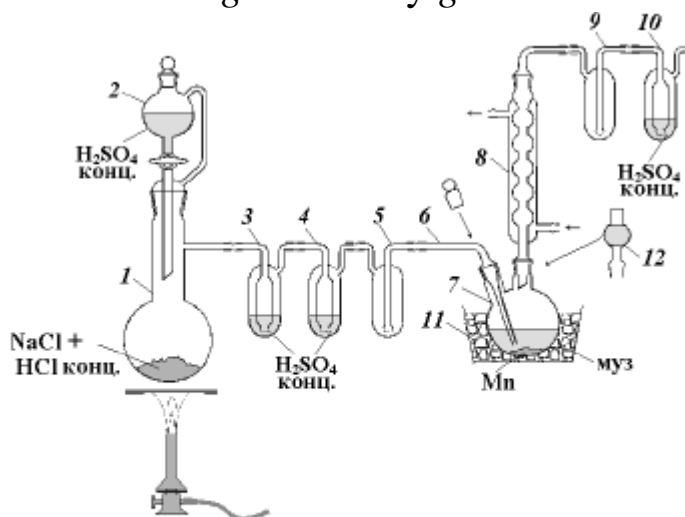
1 – deflegmator va sovutgichli Klyayzen kolbasi; 2 – alonj; 3 – yig'gich; 4 – kalsiy xloridli nay.

ABSOLYUT SPIRT MUHITIDA SUVSIZ MARGANES XLORID SINTEZI

Reaktivlar: marganest - 0,2-0,3 g; etanol - 15 ml; natriy xlorid - 20 g; konst. H_2SO_4 - 35 ml.

Jihozlar: Vyurst kolbasi; tomchi voronka; yuvgichlar - 5 dona; ikki bo'g'izli kolba; sharli sovutgich; gaz o'tkazish nayi; kalsiy xloridli nay; reaktor; yig'gich-probirka; P-simon nay.

48-rasmda ko'rsatilgan asbob yig'iladi.



48-rasm. Spirtli muhitda marganest xlorid olish asbobi.

1 – Vyurst kolbasi; 2 – tomchi voronka; 3, 4, 10 – sulfat kislotali yuvgichlar;
5, 9 – yuvgichlar; 6 – gaz o'tkazgich nayi; 7 – ikki bo'g'izli kolba; 8 – teskari sovutgich;
11 – muz hammomi; 12 – kalsiy xloridli nay.

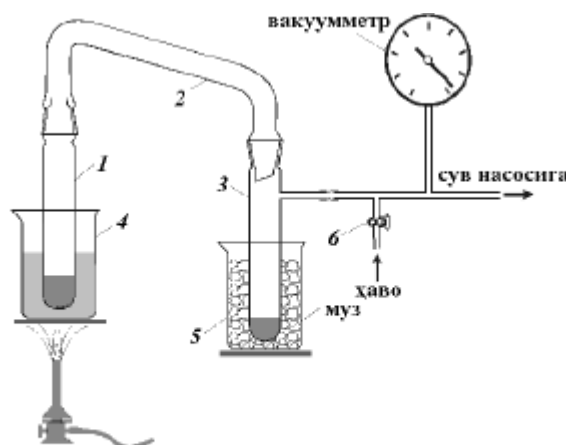
Vyurst kolbasiga 20 g natriy xlorid solindi va 3-5 ml konsentrlangan

xlorid kislota bilan ho'llanadi. Tomchi voronka 2 ga 35 ml konsentrlangan sulfat kislota solinadi. Ikki bo'g'izli kolba 7 ga 0,2-0,3 g kukun holdagi marganest solinadi va ustiga 15 ml absolyut etil spirt quyiladi. Kolba muz hammomida sovutiladi.

Ehtiyotlik bilan tomchi voronkaning jo'mragi ochiladi va kolba 1 ga sekin tomchilab sulfat kislota qo'shiladi. Vodород xlorid hamma yuvgichlardan (yuvgich 10 ni ham hisobga olib) o'tishi uchun, gaz oqimi ancha intensiv bo'lishi kerak (**ehtiyot bo'ling, vodorod xlorid zaharli gaz!**). Oxirgi yuvgich 10 dan o'tayotgan pufakchalar soniga qarab, gaz oqimining tezligi boshqarilib turiladi (sekundiga 1-2 pufakcha o'tishi kerak). Etanol 1-1,5 soat davomida vodorod xlorid bilan to'yintiriladi.

Spirt vodorod xlorid bilan to'yingandan keyin gaz o'tkazish nayi olinib, kolba og'zi shisha tiqin bilan yopiladi va yuvgichlar 9, 10 ajratib olinib, sovutgich kalsiy xloridli nay bilan almashtiriladi. Muz hammomi olinib, sovutish to'xtatiladi. Reaksiyon aralashmali kolba bir kechaga olib qo'yiladi. Bu vaqt ichida qolgan metall reaksiyaga kirishi kerak. Agar metallning hammasi bir kechada reaksiyaga kirishmasa, kolbani suv hammomida qizdirish mumkin.

Etanolni vakuumda haydash asbobi yig'iladi (49-rasm). Asbob qismlarining shliflariga vakuum-surkov moyi surkaladi. Reaktor 1 shlifining esa pastki (1/3) qismi surkaladi.



49-rasm. Vakuumda erituvchini haydash asbobi.

1 – reaktor; 2 – birlashtiruvchi nay; 3 – yig'gich; 4 – suv hammomi; 5 – muz hammomi.

Tayyorlangan eritma voronka orqali reaktor 1 ga quyilib, reaktor suvli stakanga solinadi. Asbob suv nasosiga ulanadi, nasos yoqiladi va havo jo'mragi 6 ochiladi. Stakandagi suv qaynatiladi va erituvchining ko'p qismi atmosfera bosimi ostida haydaladi. Keyin qaynash intensivligini kuzatib turib, jo'mrak 6 yopiladi. Erituvchi to'liq haydalgandan keyin

qolgan modda yana 30 min vakuumda xona haroratida sovutiladi. Havo jo'mragi ochilib, nasos o'chiriladi. Olingan modda aniq massali byuksga o'tkaziladi va tortiladi, reaksiya unumi (% da) aniqlanadi. Moddaning ozroq miqdori suvda eritiladi va pH aniqlanadi.

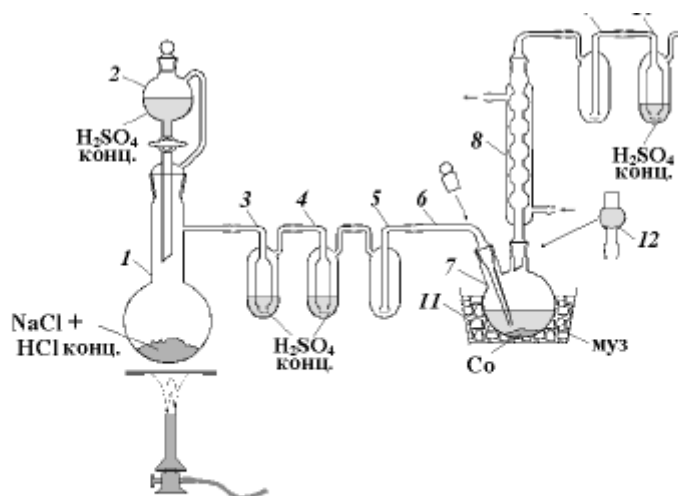
Reaksiya tenglamasi yozilsin.

ABSOLYUT SPIRT MUHITIDA SUVSIZ KOBALT XLORID SINTEZI

Reaktivlar: kobalt - 0,2-0,3 g; etanol - 15 ml; natriy xlorid - 20 g; konst. H_2SO_4 - 35 ml.

Jihozlar: Vyurst kolbasi; tomchi voronka; yuvgichlar - 5 dona; ikki bo'g'izli kolba; sharli sovutgich; gaz o'tkazish nayi; kalsiy xloridli nay; reaktor; yig'gich-probirka; P-simon nay; stakan.

50-rasmda *ko'rsatilgan* asbob yig'iladi. Vyurst kolbasi 1 ga 20 g natriy xlorid solindi va 3-5 ml konsentrlangan xlorid kislota bilan ho'llanadi. Tomchi voronka 2 ga 35 ml konsentrlangan sulfat kislota solinadi. Ikki bo'g'izli kolba 7 ga 0,2-0,3 g kukun holdagi marganest solinadi va ustiga 15 ml absolyut etil spirt quyiladi. Kolba muz hammomida sovutiladi.



50-rasm. Spirtli muhitda kobalt xlorid olish asbobi.

1 – Vyurst kolbasi; 2 – tomchi voronka; 3, 4, 10 – sulfat kislotali yuvgichlar;
5, 9 – yuvgichlar; 6 – gaz o'tkazgich nayi; 7 – ikki bo'g'izli kolba; 8 – teskari sovutgich;
11 – muz hammomi; 12 – kalsiy xloridli nay.

Ehtiyotlik bilan tomchi voronkaning jo'mragi ochiladi va kolba 1 ga sekin tomchilab sulfat kislota qo'shiladi. Vodorod xlorid hamma yuvgichlardan (yuvgich 10 ni ham hisobga olib) o'tishi uchun, gaz oqimi ancha intensiv bo'lishi kerak (**ehtiyot bo'ling, vodorod xlorid zaharli gaz!**). Oxirgi yuvgich (10) dan o'tayotgan pufakchalar soniga qarab, gaz oqimining tezligi boshqarilib turiladi (sekundiga 1-2 pufakcha o'tishi kerak). Etanol 1-1,5 soat davomida vodorod xlorid bilan to'yintiriladi.

Eritma rangi qanday o'zgaradi?

Spirt vodorod xlorid bilan to'yingandan keyin gaz *o'tkazish* nayi olinib, kolba og'zi shisha tiqin bilan yopiladi va yuvgichlar 9, 10 ajratib olinib, sovutgich kalsiy xloridli nay bilan almashtiriladi. Muz hammomi olinib, sovutish *to'xtatiladi*. Reaksiyon aralashmali kolba bir kechaga olib qo'yiladi. Bu vaqt ichida qolgan metall reaksiyaga kirishi kerak. Agar metallning hammasi bir kechada reaksiyaga kirishmasa, kolbani suv hammomida qizdirish mumkin.

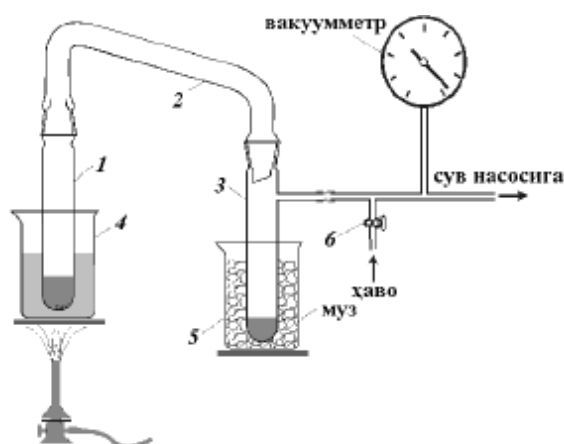
Etanolni vakuumda haydash asbobi yig'iladi (51-rasm).

Asbob qismlarining shliflariga vakuum-surkov moyi surkaladi. Reaktor 1 shlifining esa pastki (1/3) qismi surkaladi.

Tayyorlangan eritma voronka orqali reaktor 1 ga quyilib, reaktor suvli stakanga solinadi. Asbob suv nasosiga ulanadi, nasos yoqiladi va havo *o'tkazish jo'mragi* 6 ochiladi. Stakandagi suv qaynatiladi va erituvchining ko'p qismi atmosfera bosimi ostida haydaladi. Keyin qaynash intensivligini kuzatib turib, *jo'mrak* 6 yopiladi. Erituvchi *to'liq* haydalgandan keyin qolgan modda yana 30 min vakuumda qodiriladi. Havo *jo'mragi* ochilib, nasos *o'chiriladi*.

Olingan modda aniq massali byuksga *o'tkaziladi*, tarozida tortiladi va unum (% da) hisoblanadi. Moddaning ozroq miqdori suvda eritiladi va pH aniqlanadi. Eritmaning rangi qanday *bo'ladi*? Moddaning yana ozroq miqdori olinib, soat oynasiga solinadi va ochiq havoda qoldiriladi. Nima kuzatiladi?

Reaksiya tenglamalari yozilsin.



51-rasm. Vakuumda erituvchini haydash asbobi.

1 – reaktor; 2 – birlashtiruvchi nay; 3 – yig'gich; 4 – suv hammomi; 5 – muz hammomi.

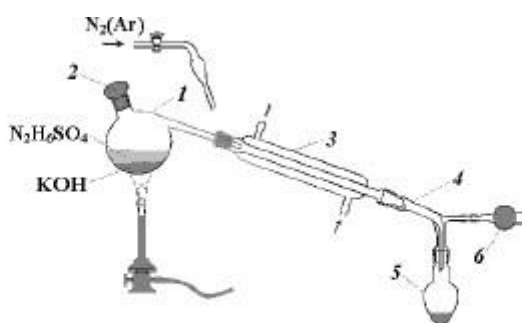
SUVSIZ GIDRAZIN SINTEZI

Reaktivlar: kaliy gidroksid - 15 g; gidrazin sulfat - 15 g.

Jihozlar: mis-retorta; *to'g'ri* sovutgich; alonj; yig'gich; haydash asbobi.

1. Gidrazin gidratning olinishi. 52-rasmda ko'rsatilgan asbob yig'iladi. Asbob mis-retorta, *to'g'ri* sovutgich, alonj va yig'gichdan iborat.

Chinni havonchada tezgina 15 g kaliy gidroksid eziladi (*ko'zoynak*, *rezina qo'lqop kiyiladi!*) va u mis-retortaga solinadi, ustiga esa aralashmay 15 g gidrazin sulfat qo'shiladi. Retorta sovutgichga ulanadi. Retortaning tubusi orqali inert gaz (azot, argon) oqimi yuboriladi. Retordagi reaksiyon aralashma asta-sekin gaz gorelkasining alangasida qizdiriladi (*ko'zoynak kiyiladi!*).



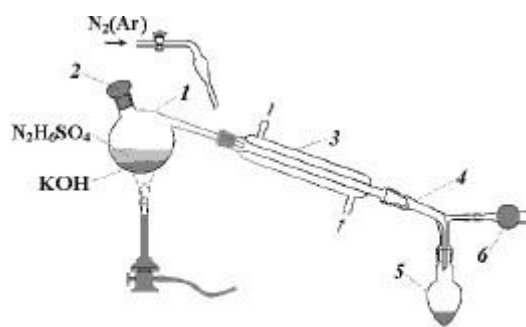
52-rasm. Gidrazin gidrat olish asbobi.

1 – mis retorta; 2 – asbestli tiqin; 3 – sovutgich; 4 – alonj; 5 – yig'gich; 6 – kalsiy xloridli nay.

Retortaning qizdirilishini shunday boshqarib turish kerakki, haydayatgan modda tezligi sekundiga 1-2 tomchini tashkil etsin. Retortadan suyuqlikning ajralishi tugagandan keyin, qizdirish *to'xtatiladi*. Yig'gich modda bilan birga ajratib olinadi va og'zi tiqin bilan yopiladi.

1. Suvsiz gidrazinning olinishi. 53-rasmda *ko'rsatilgan* asbob yig'iladi.

2. Olingan gidrazin gidrat haydash kolbasi 1 ga *o'tkaziladi*. Ustiga tezgina donador kaliy gidroksid solinadi. Ishqorning kattiq qatlami suyuqlik sathidan ~5 mm yuqori *ko'tarilishi* kerak. Gaz *o'tkazish* nayi orqali quruq argon yoki azot oqimi yuboriladi va gaz *o'tkazish* nayining *jo'mragi* yopiladi.



52-rasm. Gidrazin gidrat olish asbobi.

1 – mis retorta; 2 – asbestli tiqin; 3 – sovutgich; 4 – alonj; 5 – yig'gich; 6 – kalsiy xloridli nay.

Gaz gorelkasining alangasida kolba ehtiyotlik bilan qizdiriladi va 112-114 °C da qaynaydigan fraksiya aniq massali yig'gichga haydab olinadi. Yig'gich tiqin bilan yopiladi, tortiladi va unum (% da) hisoblanadi.

Soat oynasiga 2-3 tomchi suvsiz gidrazindan tomiziladi va yoqiladi. Gidrazin alangani binafsha rangga bo'yashi kerak. Agar olingan preparat yonmasa, tajriba qayta takrorlanadi. Gidrazinga xos reaksiyalar bajariladi.

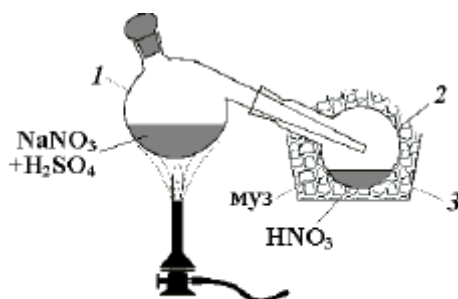
Reaksiya tenglamalari yozilsin.

NITROZIL SULFAT (NITROZONIY GIDROSULFAT) SINTEZI

Reaktivlar: natriy nitrat - 10 g; 96%-li sulfat kislota - 10 ml; natriy sulfit - 20 g; 70%-li sulfat kislota - 30 ml.

Jihozlar: retorta; tubi yumaloq kolba-yig'gich; Vyurst kolbasi; reaktor; quritish kolonkalar - 2 dona; yuvgichlar - 2 dona.

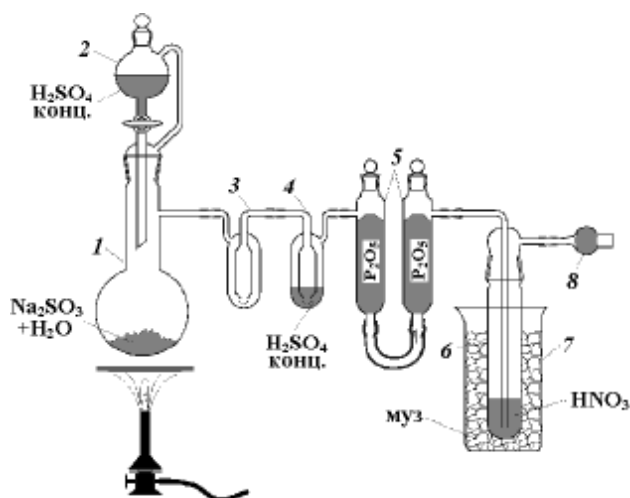
1. Tutovchi nitrat kislolaning olinishi. 54-rasmda ko'rsatilgan asbob yig'iladi. Retorta 1 ga 10 g natriy nitrat va 10 ml 96%-li sulfat kislota solinadi. Retorta tubusi asbest tiqin bilan bekitiladi. Retortaning uchi muz hammomidagi yig'gichga tushiriladi. Retorta gaz gorelkasining kuchli alangasida qizdiriladi. Hosil bo'layotgan ko'pik yig'gichga otilmasligini kuzatib turish kerak. Nitrat kislolaning ajralishi tugagandan keyin gaz gorelkasi olib qo'yiladi.



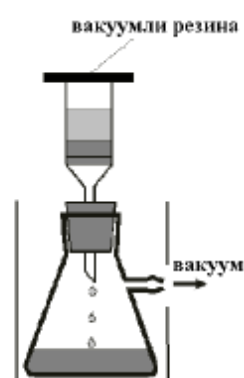
54-rasm. Nitrat kislota olish asbobi.

1 – retorta; 2 – kolba; 3 – muz hammomi.

3. Nitrozoni gidrosulfatning olinishi. 55-rasmda ko'rsatilgan asbob yig'iladi. Olingan nitrat kislota reaktor 6 ga quyiladi va reaktor muz hammomiga joylashtiriladi. Kristallar cho'kishi tugaguncha nitrat kislota orqali quruq oltingugurt (IV)-oksid o'tkazilib turiladi. Reaksiya tugagandan keyin reaktorga 20 ml muzdek sirka kislota qo'shiladi. Hosil bo'lgan kristall modda shisha filtrga o'tkaziladi.



55-rasm. Nitrozoni gidrosulfat olish asbobi.
1 – Vyurst kolbasi; 2 – tomchi voronka; 3 – yuvgich; 4 – sulfat kislotali yuvgich; 5 – quritish kolonkalari; 6 – reaktor; 7 – muz hammomi; 8 – kalsiy xloridli nay.



56-rasm. Past bosim ostida filtrlash asbobi.

Quruq atmosferada filtrlash uchun voronka vakuumli rezina bilan yopiladi (56-rasm). Kristallar eritmadan ajratib olinadi va 5 °C gacha sovutilgan sirka kislota bilan ikki marta (2 ml dan) yuviladi. Kristallar tezgina byuksga o'tkaziladi.

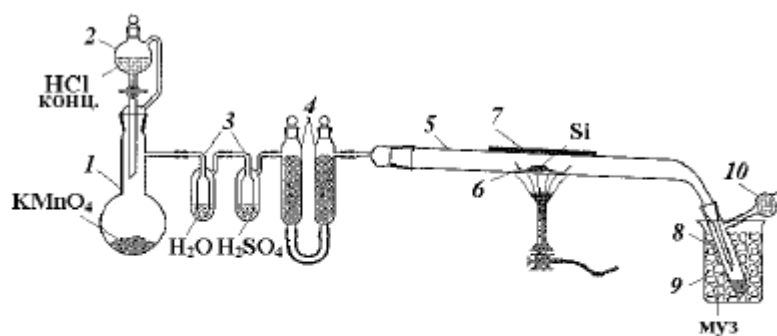
Kristallarning bir qismi ehtiyotlik bilan suvda eritiladi. Nima sodir bo'ladi? Reaksiya tenglamalari yozilsin.

KREMNIY TETRAXLORID SINTEZI

Reaktivlar: kaliy permanganat - 15 g; konst. HCl - 30 ml; kristall holdagi kremniy - 1 g.

Jihozlar: Vyurst kolbasi; tomchi voronka; yuvgichlar; kvarstli reaktor; haydash asbobi.

Sintez mo'rili shkafda olib boriladi. 57-rasmda ko'rsatilgan asbob yig'iladi.



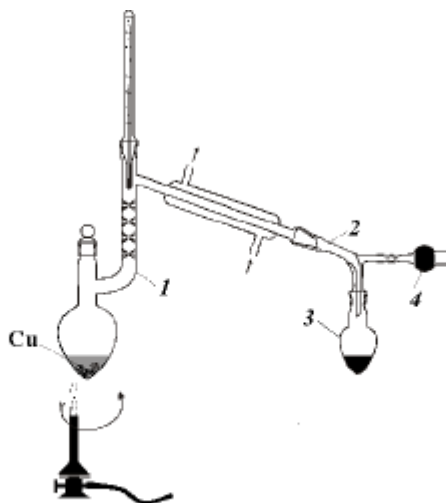
57-rasm. Kremniy tetraxlorid olish asbobi.

1 – Vyurst kolbasi; 2 – tomchi voronka; 3 – yuvgichlar; 4 – quritish kolonkalari; 5 – reaktor; 6 – qayiqcha; 7 – asbestli qatlam; 8 – yig'gich; 9 – muz hammomi; 10 – kalsiy xloridli nay.

Reaktor 5 yig'gich 8 tomoniga qiyaroq qilib *o'rnatiladi*. Asbobning hamma qismlari yaxshilab quritiladi. Vyurst kolbasiga 15 g kaliy permanganat, tomchi voronkasiga 30 ml konsentrlangan xlorid kislotasi solinadi.

Chinni havonchada 0,8-1 g kremniy eziladi, chinni (yoki kvarstli) qayiqchaga sepiladi va reaktorga joylashtiriladi. Quruq xlor oqimi yordamida sistemadan havo siqib chiqariladi. Reaktorning qayiqcha turgan pastki qismi gaz gorelka bilan qizdiriladi, yuqori qismiga esa asbest qatlami qo'yiladi va xlorlash *o'tkaziladi*. Suyuq kremniy tetraxlorid muz hammomidagi yig'gichga oqib tushadi. SiCl₄ hosil bo'lishi tugagandan keyin gorelka olinadi va asbob xlor oqimida sovutiladi.

Kremniy tetraxlorid 58-rasmda *ko'rsatilgan* haydash asbobida mis qi-rindilari ustida (xlordan tozalash uchun) haydaladi, 57-59 °C da qaynaydigan fraksiya *to'plab* olinadi. Toza haydalgan kremniy tetraxlorid tezgina aniq massali probirkaga *o'tkaziladi (mo'rili shkafda!)* va probirka og'zi kavsharlanadi. Reaksiya unumi (% da) aniqlanadi.



58-rasm. Mis qirindilari usida kremniy tetraxloridni haydash.
1 – deflegmator va sovutgich o'rnatilgan kolba; 2 – alonj; 3 – yig'gich; 4 – kalsiy xloridli nay.

Yig'gichdagi moddaning qoldiqlari tomchilatib oz miqdordagi suvga qo'shiladi (*mo'rili shkafda!*), nima kuzatiladi? Eritmaning pH i va kremniy tetraxloridning gidroliz mahsulotlari aniqlanadi.

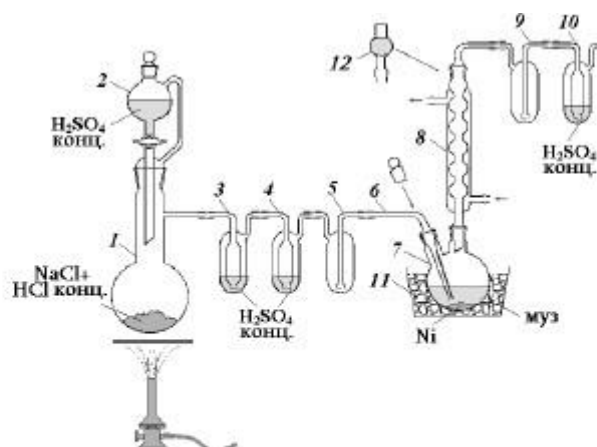
Reaksiya tenglamalari yozilsin.

ABSOLYUT SPIRT MUHITIDA SUVSIZ NIKEL XLORID SINTEZI

Reaktivlar: nikel - 0,2-0,3 g; etanol - 15 ml; natriy xlorid - 20 g; konst. H_2SO_4 - 35 ml.

Jihozlar: Vyurst kolbasi; tomchi voronka; yuvgichlar - 5 dona; ikki bo'g'izli kolba; sharli sovutgich; gaz o'tkazish nayi; kalsiy xloridli nay; reaktor; yig'gich-probirka; P-simon nay; stakan.

59-rasmda ko'rsatilgan asbob yig'iladi. Vyurst kolbasi 1 ga 20 g natriy xlorid solinadi va u 3-5 ml konsentrlangan xlorid kislota bilan ho'llanadi. Tomchi voronka 2 ga 35 ml konsentrlangan sulfat kislota quyiladi. Ikki bo'g'izli kolba 7 ga 0,2-0,3 g kukun holdagi nikel solinadi va ustiga 15 ml absolyut etil spirt quyiladi. Kolba muz hammomida sovutiladi.



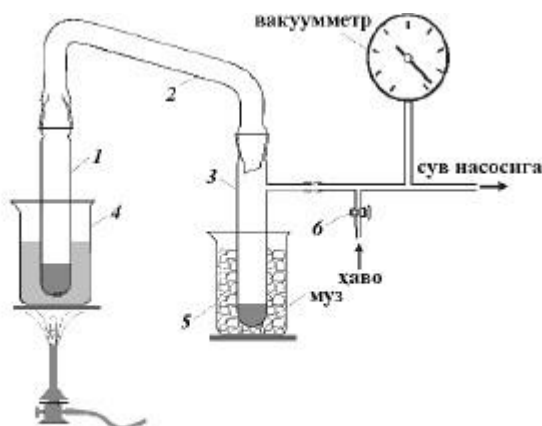
59-rasm. Spirt muhitida nikel xlorid olish asbobi.

1 – Vyurst kolbasi; 2 – tomchi voronka; 3, 4, 10 – sulfat kislotali yuvgichlar; 5, 9 – yuvgichlar; 6 – gaz o'tkazish nayi; 7 – ikki bo'g'izli kolba; 8 – teskari sovutgich; 11 – muz hammomi; 12 – kalsiy xloridli nay.

Ehtiyotlik bilan tomchi voronkaning jo'mrangi ochiladi va kolba 1 ga sekin, tomchilatib sulfat kislota qo'shiladi. Vodород xlorid hamma yuvgichlardan (yuvgich 10 ni ham hisobga olib) o'tishi uchun, gaz oqimi ancha intensiv bo'lishi kerak (***ehtiyot bo'ling! Vodород xlorid zaharli gaz!***). Oxirgi yuvgich 10 dan o'tayotgan pufakchalar soniga qarab, gaz oqimining tezligi boshqarilib turiladi (sekundiga 1-2 pufakcha o'tishi kerak). Etanol 1-1,5 soat davomida vodorod xlorid bilan to'yintiriladi. Eritma rangining o'zgarishi kuzatiladi.

Spirt vodorod xlorid bilan to'yingandan keyin gaz o'tkazish nayi olinib, kolba og'zi shisha tiqin bilan yopiladi. Yuvgichlar 9, 10 ajratib olinib, sovutgich kalsiy xloridli nay bilan almashtiriladi. Reakcion aralashmali kolba bir kechaga olib qo'yiladi. Bu vaqt ichida qolgan metall reaksiyaga kirishi kerak. Agar metallning hammasi reaksiyaga kirishmasa, kolbani suv hammomida qizdirish mumkin.

Etanolni vakuumda haydash asbobi yig'iladi (60-rasm).



60-rasm. Vakuumda erituvchini haydash asbobi.
1 – reaktor; 2 – birlashtiruvchi nay; 3 – yig'gich; 4 – suv hammomi; 5 – muz hammomi.

Asbob qismlarining shliflariga vakuum-surkov moyi surkaladi. Reaktor 1 shlifining esa pastki (1/3) qismi surkaladi. Tayyorlangan eritma voronka orqali reaktorga quyilib, reaktor suvli stakanga solinadi. Asbob suv nasosiga ulanadi, nasos yoqiladi va havo o'tkazish jo'mragi 6 ochiladi. Stakandagi suv qaynatiladi va erituvchining ko'p qismi atmosfera bosimi ostida haydaladi. Keyin qaynash intensivligini kuzatib turib, jo'mrak 6 yopiladi. Erituvchi to'liq haydalgandan keyin qolgan modda yana 30 min vakuumda qoldiriladi. Suvli stakan olinib, reaktor xona haroratigacha sovutiladi. Havo jo'mragi ochilib, nasos o'chiriladi.

Olingan modda aniq massali byuksga o'tkaziladi, tortiladi va unum (% da) hisoblanadi. Moddaning ozroq miqdori suvda eritiladi va pH aniqlanadi. Eritmaning rangi qanday bo'ladi? Moddaning yana ozroq miqdori soat oynasiga o'tkaziladi va ochiq havoda qoldiriladi. Nima kuzatiladi?

Reaksiya tenglamalari yozilsin.

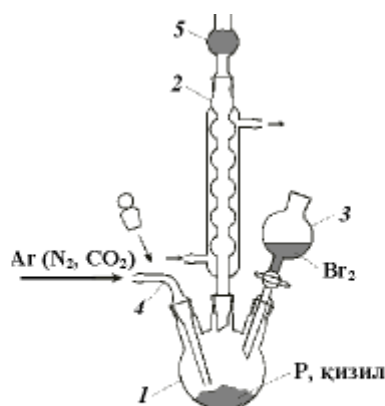
FOSFOR (III)-BROMID SINTEZI

Reaktivlar: fosfor - 2,5 g; brom.

Jihozlar: uch bo'g'izli kolba; teskari sovutgich; tomchi voronka; deflegmator; termometr; to'g'ri sovutgich.

61-rasmda ko'rsatilgan uch bo'g'izli kolba, teskari sovutgich, tomchi voronka va gaz o'tkazish nayidan iborat asbob yig'iladi. Kolbaga 2,5 g quruq va tozalangan qizil fosfor solinadi. Kolbadagi havo inert gaz (Ar, N, CO₂) oqimi bilan siqib chiqariladi va gaz o'tkazish nayi shisha tiqin bilan almashtiriladi. Tomchi voronkaga reaksiya tenglamasiga muvofiq miqdorda brom solinadi. Brom bilan qilinadigan barcha ishlar mo'rili shkafda, qo'lqop va himoya ko'zoynagi kiyib bajariladi (**brom zaharli**

modda va teriga tushganda qiyin tuzaladigan yaralarni keltirib chiqaradi!). Teriga brom tushganda tezda 10%-li natriy tiosulfat yoki natriy karbonat eritmasi bilan yuviladi. Brom bug'lari bilan zaharlanganda, zararlangan kishi ochiq havoga olib chiqiladi va etanol bug'lari hidlatiladi.



61-rasm. Fosfor (III)-bromid olish asbobi.

1 – uch bo'g'izli kolba; 2 – teskari sovutgich; 3 – tomchi voronka; 4 – gaz o'tkazish nayi;
5 – kalsiy xloridli nay.

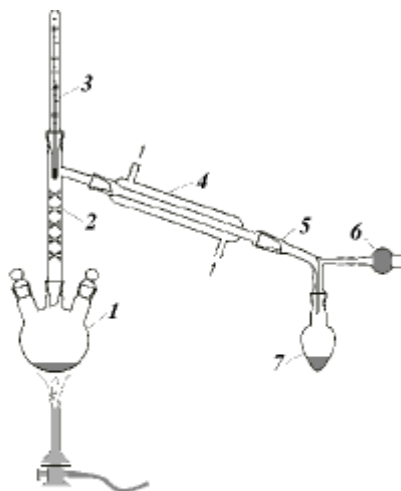
Bromning neytrallanish reaksiya tenglamasi yozilsin.

Kolbaga brom oz-ozdan solinadi. Tajriba boshida brom juda ehtiyotlik bilan quyiladi. Kolba tubida suyuq fosfor (III)-bromid hosil *bo'lishiga* qarab, bromni *qo'shish* tezligini *o'zgartirib* turish mumkin. Kolba ichidagi mahsulot vaqt-vaqti bilan shtativni qimirlatgan holda aralastirib turiladi.

Fosfor (III)-bromid hosil *bo'lishi* bir qatorda PBr_5 va PBr_7 ham hosil *bo'ladi* (sariq va qizil rangli kristallar kolba devorlarida *cho'kadi*). Ularni *yo'qotish* uchun kolba devorlari gaz gorelkasining kuchsiz alangasida ehtiyotlik bilan qizdiriladi.

Kolbada brom bug'lari qolmagandan keyin sintez tugatiladi. Tomchi voronka termometr va sovutgichli deflegmator bilan almashtiriladi (62-rasm). Kolba gaz gorelkasining alangasida ehtiyotlik bilan qizdiriladi. 172-174 °C da qaynaydigan fraksiya yig'gichga *to'plab* olinadi.

Agar olingan mahsulot brom bug'lari bilan ranglangan *bo'lsa*, u qaytib haydash kolbasiga solinadi, ustiga 0,2-0,3 g qizil fosfor *qo'shiladi* va yana bir marta haydaladi.



62-rasm. Fosfor (III)-bromidni haydash asbobi.

1 – uch bo'g'izli kolba; 2 – deflegmator; 3 – termometr; 4 – to'g'ri sovutgich; 5 – alonj;
6 – kalsiy xloridli nay; 7 – yig'gich.

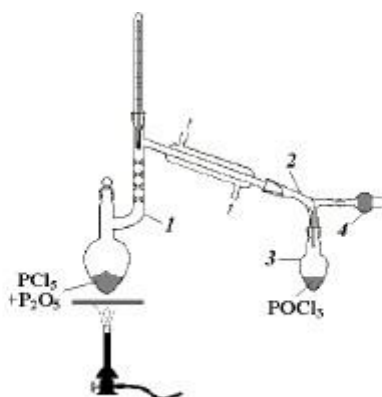
Olingan mahsulot aniq massali probirkaga *o'tkaziladi* va probirka kavsharlanadi (*ko'zoynak kiyiladi!*). Probirka tortiladi va unum (% da) hisoblanadi.

Fosfor (III)-bromid saqlagan yig'gichlarga ozgina suv quyiladi va eritmaning pH qiymati aniqlanadi. Kimyoviy reaksiyalar yordamida gidroliz mahsulotlari tarkibi yoziladi.

FOSFOR (V)-XLOROKSID SINTEZI

Reaktivlar: fosfor (V)-xlorid; fosfor (V)-oksid. **Jihozlar:** haydash asbobi; termometr; yig'gich.

63-rasmda ko'rsatilgan asbob yig'iladi. Asbobning barcha qismlari oldindan quritiladi.



63-rasm. Fosfor (V)-xloroksid olish va haydash asbobi.

1 – deflegmator va sovutgichli kolba; 2 – alonj; 3 – yig'gich; 4 – kalsiy xloridli nay.

Quruq kamerada 15 g fosfor (V)-xlorid va fosfor (V)-oksid (stexiometrik miqdorda) aralashmasi tayyorlanadi. Buning uchun fosfor (V)-xlorid chinna havonchada eziladi, ustiga fosfor (V)-oksid qo'shiladi va shisha tayoqcha bilan aralashtiriladi. Aralashma tezgina kolba 1 ga

o'tkaziladi. Asbestlangan to'r orqali kolba sekin qizdiriladi va 106-107 °C da qaynaydigan fraksiya aniq massali yig'gichga to'plab olinadi. Yig'gich tiqin bilan yopiladi, tarozida tortiladi va unum (% da) hisoblanadi.

Suv solingan probirkaga ozgina fosfor xloroksid solinadi va eritmaning pH qiymati aniqlanadi.

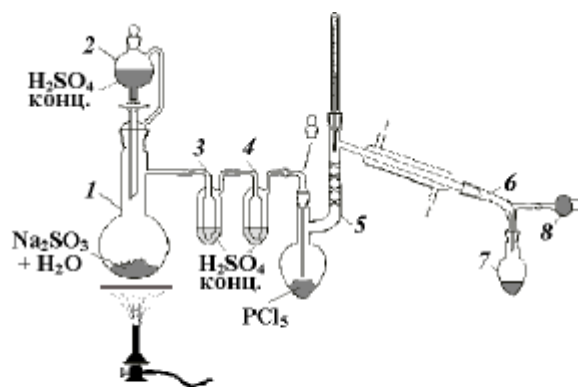
Reaksiya tenglamasi yozilsin.

TIONIL XLORID SINTEZI

Reaktivlar: fosfor (IV)-xlorid - 5 g; natriy sulfit; konst. H_2SO_4 .

Jihozlar: Vyurst kolbasi; tomchi voronka; yuvgichlar - 2 dona; gaz o'tkazish nayi; haydash asbobi; yig'gich - 2 dona; alonj; kalsiy xloridli nay.

64-rasmda ko'rsatilgan asbob yig'iladi.



64-rasm. Tionil xlorid olish va haydash asbobi.

1 – Vyurst kolbasi; 2 – tomchi voronka; 3, 4 – sulfat kislotali yuvgichlar; 5 – deflegmator va sovutgichli kolba; 6 – alonj; 7 – yig'gich; 8 – kalsiy xloridli nay.

Klyayzen kolbasi 5 ning tubiga 5 g fosfor (V)-xlorid solinadi. Gaz o'tkazish nayining uchi solingan moddaga sal tegib turishi kerak. Vyurst kolbasi 1 ga 25 g natriy sulfit solinadi va u 5 ml suv bilan ho'llanadi.

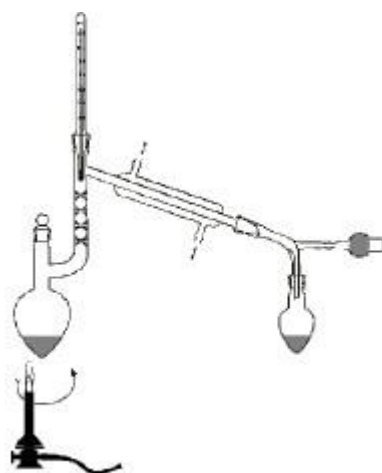
Tomchi voronka 2 ga 30 ml konsentrlangan sulfat kislotaga quyiladi. Sovutgichdan suv yuboriladi. Tomchi voronkaning jo'mragini sekin ochib, asbob orqali oltingugurt (IV)-oksid oqimi o'tkaziladi. Jarayonning borishi kuzatiladi va shtativni vaqt-vaqti bilan qimirlatib, kolba ichidagi modda aralastirilib turiladi.

Agar reaksiya sekin borsa, kolbani gaz gorelkasining kuchsiz alangasida qizdirish mumkin. Fosfor (V)-xloridning hammasi reaksiyaga kirishgandan keyin oltingugurt (IV)-oksid o'tkazish nayi tiqin bilan almashtiriladi. Reaksiyon kolbani gaz gorelkasining alangasida qizdirib turib, 80-85 °C da qaynaydigan fraksiya aniq massali yig'gichga haydaladi (65-rasm). Yig'gich asbobdan ajratib olinadi, tiqin bilan yopiladi, massasi o'lchanadi va unum (% da) hisoblanadi. Reaksiyon

kolbada nima qoladi?

Reaksiyon kolbadagi qoldiqqa shisha voronka orqali qattiq holdagi natriy sulfid solinadi (qoldiqning hajmiga teng miqdorda) va kolba tiqin bilan yopiladi. Gaz gurekasi bilan kolba qizdiriladi va ajralib chiqayotgan suyuqlik boshqa aniq massali yig'gichga to'planadi. Suyuqlikning haydalanish harorati belgilab olinadi.

Tionil xloridning hammasi yig'gichga haydab olingandan keyin yig'gich asbobdan ajratiladi, shisha tiqin bilan yopiladi, tortiladi va unum hisoblanadi.



65-rasm. Tionil xloridni haydash asbobi.

Tionil xloridning ozroq miqdori suvli stakanga solinadi (*mo'rili shkafda!*). Nima kuzatiladi? Hidroliz mahsulotlari sifat reaksiyalari yordamida aniqlanadi.

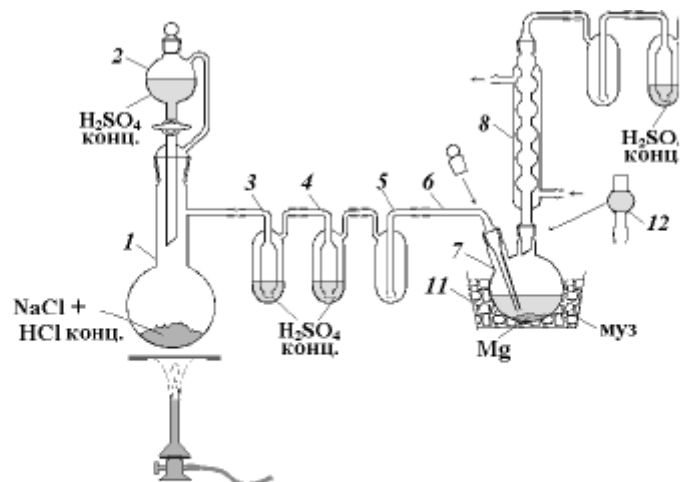
Reaksiya tenglamalari yozilsin.

ABSOLYUT SPIRT MUHITIDA SUVSIZ MAGNIY XLORID SINTEZI

Reaktivlar: magniy - 0,2-0,3 g; etanol - 15 ml; natriy xlorid - 20 g; konst. H_2SO_4 - 35 ml.

Jihozlar: Vyurst kolbasi; tomchi voronka; yuvgichlar - 5 dona; ikki bo'g'izli kolba; sharli sovutgich; gaz o'tkazish nayi; kalsiy xloridli nay; reaktor; yig'gich-probirka; P-simon nay; stakan.

66-rasmda ko'rsatilgan asbob yig'iladi.



66-rasm. Spirtli muhitda magniy xlorid olish asbobi.

1 – Vyurst kolbasi; 2 – tomchi voronka; 3, 4, 10 – sulfat kislotali yuvgichlar;
5, 9 – yuvgichlar; 6 – gaz o'tkazgich nayi; 7 – ikki bo'g'izli kolba; 8 – teskari sovutgich;
11 – muz hammomi; 12 – kalsiy xloridli nay.

Vyurst kolbasi 1 ga 20 g natriy xlorid solindi va 3-5 ml konsentrlangan xlorid kislota bilan ho'llanadi. Tomchi voronka 2 ga 35 ml konsentrlangan sulfat kislota quyiladi. Ikki bo'g'izli kolba 7 ga 0,2-0,3 g kukun holdagi magniy solinadi va ustiga 15 ml absolyut etil spirt qo'shiladi. Kolba muz hammomida sovutiladi.

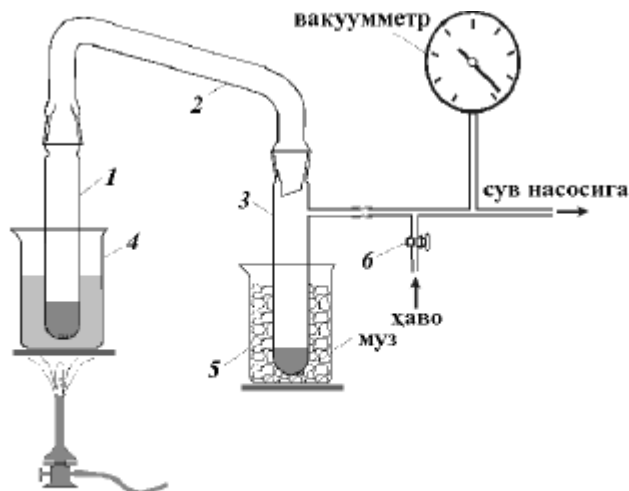
Ehtiyotlik bilan tomchi voronkaning *jo'mragi* ochiladi va kolba 1 ga sekin tomchilab sulfat kislota qo'shiladi. Vodород xlorid hamma yuvgichlardan (yuvgich 10 ni ham hisobga olib) *o'tishi* uchun, gaz oqimi ancha intensiv *bo'lishi* kerak (***ehtiyot bo'ling, vodorod xlorid zaharli gaz!***). Oxirgi yuvgich 10 dan *o'tayotgan* pufakchalar soniga qarab, gaz oqimining tezligi boshqarilib turiladi (sekundiga 1-2 pufakcha *o'tishi* kerak).

Magniyning erishi ancha tez amalga oshadi va *ba'zan* esa kristallarning *cho'kishi* ham kuzatiladi. Metallning hammasi erib *bo'lgandan* keyin gaz *o'tkazish* nayi olinadi va kolba shisha tiqin bilan yopiladi. Sovutgich kalsiy xloridli nay bilan almashtiriladi.

Etanolni vakuumda haydash asbobi yig'iladi (67-rasm). Asbob qismlarining shliflariga vakuum-surkov moyi surkaladi. Reaktor 1 shlifining esa pastki (1/3) qismi surkaladi.

Tayyorlangan eritma voronka orqali reaktor 1 ga quyiladi. Agar kolbada kristallar *cho'kkan bo'lsa*, kolba avval suv hammomida qizdiriladi. Reaktor suvli stakanga solinadi. Asbob suv nasosiga ulanadi, nasos yoqiladi va havo *jo'mragi* 6 ochiladi. Stakandagi suv qaynatiladi va erituvchining *ko'p* qismi atmosfera bosimi ostida haydaladi. Keyin qaynash intensivligini kuzatib turib, *jo'mrak* 6 yopiladi. Erituvchi *to'liq*

haydalgandan keyin suvli stakan olinadi va reaktor gaz gorelkasining alangasida 10 min davomida yana qizdiriladi (desolvatlash uchun). Suv nasosining vakuumida reaktolr xona haroratigacha sovutiladi. Havo *jo'mragi* ochilib, nasos *o'chiriladi*.



67-rasm. Vakuumda erituvchini haydash asbobi.

1 – reaktor; 2 – birlashtiruvchi nay; 3 – yig'gich; 4 – suv hammomi; 5 – muz hammomi.

Olingan modda aniq massali byuksga *o'tkaziladi* va tortiladi, reaksiya unumi (% da) aniqlanadi. Moddaning ozroq miqdori suvda eritiladi va pH aniqlanadi.

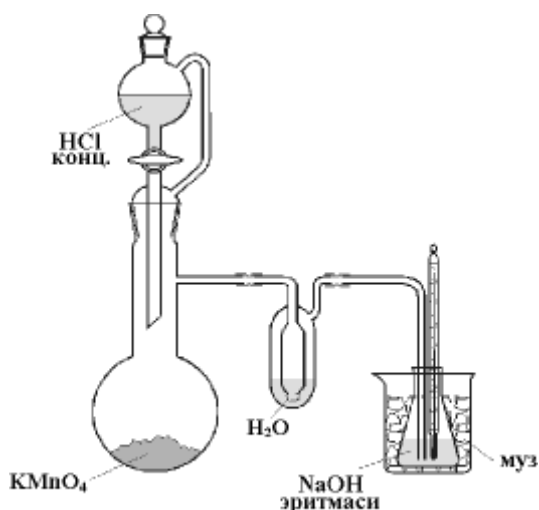
Reaksiya tenglamasi yozilsin.

GIDRAZIN SULFAT SINTEZI

Reaktivlar: mochevina - 2,5 g; kaliy permanganat - 30 g; konst. HCl - 60 ml; natriy gidroksid - 25 g.

Jihozlar: quruq xlor olish asbobi; 150 ml li shisha stakan; 150 ml li chinni stakan; magnit aralashtirgich.

200 ml hajmli kolbaga natriy gidroksid eritmasi (8 g NaOH + 35 ml suv) solinadi. Kolba muz hammomiga joylashtiriladi (68-rasm).

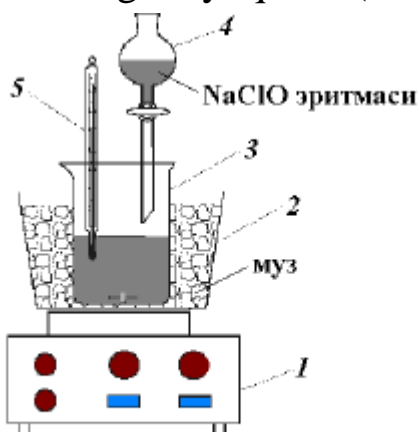


68-rasm. Natriy gipoxlorit olish asbobi.

Sovutilgan eritma orqali 1-1,5 soat davomida xlor oqimi *o'tkaziladi (mo'rili shkafda! Xlor xavfli gaz!)*. Xlorlash davomida harorat $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan yuqori *bo'lmasligi* kerak. Xlorning *to'liq* yutilganini bilish uchun kolbaning massasi vaqt-vaqti bilan *o'lchab* turiladi. Qancha xlor yutilishi kerak?

150 ml hajmli stakanga 10 ml 35%-li natriy gidroksid eritmasi quyiladi. Eritmani shisha tayoqcha bilan aralashtirib turgan holda stakanga 1 ml suvda 0,1 g $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ yoki 0,03 g $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ saqlagan eritma va 2,5 g mochevina solinadi.

Stakan muz hammomida sovutiladi va ikkalasi birgalikda magnit aralashtirgichga qo'yilib, aralashtirgich yoqiladi (69-rasm).



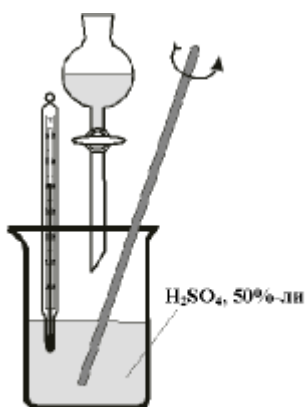
69-rasm. Gidrazin gidroksid olish asbobi.

1 – magnit aralashtirgich; 2 – muz hammomi; 3 – stakan; 4 – termometr.

Eritmaga tomchi voronka orqali 21 ml sovutilgan natriy gipoxlorit eritmasi qo'shiladi. Harorat reaksiya oxirigacha $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan oshmasligi kerak. Muz hammomi olinadi, magnit aralashtirgichning isitgichi yoqiladi va sekin (minutiga $2\text{ }^{\circ}\text{C}$) $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha qizdiriladi. Keyin stakan aralashtirgichdan olinadi va mo'rili shkafda keyingi kungacha qoldiriladi.

Chinni stakanga 25 ml 50%-li sulfat kislota eritmasi quyiladi. Stakan usiga tomchi voronka o'rnatiladi va unga bir kun oldin tayyorlab qo'yilgan eritma solinadi.

Shisha tayoqcha bilan intensiv aralashtirib turgan holda eritma tomchilatib stakanga qo'shiladi (*ko'zoynak kiyiladi!*). Harorat 40-50 °C dan oshmasligi kerak. Reaksiya oxirida eritma 22-25 °C gacha sovutiladi.



70-rasm. Gidrazin sulfatning olinishi



71-rasm. Gidrazin sulfatni past bosim osida filtrlash

Gidrazin sulfat past bosim osida shisha filtr orqali filtrlanib (71-rasm), 2 marta sovuq suv, spirt va efir (5 ml dan) bilan yuviladi. Quruq modda o'lchanadi va unum (% da) hisoblanadi.

Olingan mahsulot qanday moddalar bilan ifloslangan bo'lishi mumkin va uni qanday tozalash usullari mavjud?

Kristallarning bir qismi suvda eritiladi va gidrazin sulfatning borligi sifat reaksiyalari yordamida aniqlanadi.

Reaksiya tenglamalari yozilsin.

SURMA (III)-YODID SINTEZI

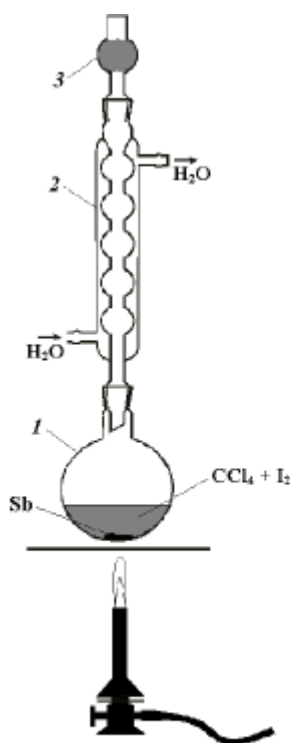
Reaktivlar: yod; surma - 0,25 g; CCl₄ - 50 ml.

Jihozlar: tubi yumaloq kolba; sovutgich; stakan; shisha filtrli voronka.

72-rasmda ko'rsatilgan asbob yig'iladi. Kolba 1 ga mayin ezilgan 0,25 g surma va stexiometrik miqdordan 10% kamroq toza haydalgan yod solinadi. Ustiga 50 ml uglerod tetraxlorid ham solinadi (*uglerod tetraxlorid zahar ekanligi unutilmasin!*). Kolbadagi reaksiya aralashma asbest to'r orqali gaz gorelkasining alangasida qaynaguncha qizdiriladi. Aralashma 1,5-2 soat davomida qaynatiladi va qaynash juda shiddatli o'tmasligi kuzatilib turiladi. Eritmaning qizil rangi sariq rangga o'tishi,

reaksiya tugaganini bildiradi. Eritma bir kechaga qoldiriladi.

Keyingi kun eritma qaynaguncha qizdiriladi va qaynoq eritma stakanga dekantasiyalanadi (*mo'rili shkafda! CCl₄ bug'lari zaharli!*). Stakandagi eritma muz hammomida sovutiladi. Sovutish paytida SbI₃ kristallari cho'kadi. Kristallardan ajratilgan eritma qaytib reaksiyon kolbaga dekantasiyalanadi va yana bir marta qaynatiladi. Olingan eritma SbI₃ kristallarini saqlagan stakanga o'tkaziladi. Kolbadan SbI₃ to'liq ajralguncha, bu jarayon qayta-qayta takrorlanadi. Cho'kkan kristallar past bosim osida shisha filtr orqali filtrlab olinadi (73-rasm).



72-rasm. Surma (III)-yodid olish asbobi.
1 – reaksiyon kolba; 2 – teskari sovutgich;
3 – kalsiy xloridli nay.



73-rasm. Past bosim osida filtrlash

Cho'kma muzda sovutilgan CCl₄ bilan filtrda yuviladi. Modda havoda quritiladi va byuksga o'tkaziladi, massasi o'lchanadi va unum (% da) hisoblanadi.

Probirkadagi moddaning ozroq qismiga bir necha tomchi suv qo'shiladi va probirka qizdiriladi. Nima sodir bo'ladi? Cho'kmaning rangi qanday o'zgaradi? Eritmaning pH qiymati aniqlanadi. Cho'kma ustidagi eritmaning bir qismiga 1-2 tomchi kumush nitrat eritmasi qo'shiladi. Cho'kmaning rangi qanday bo'ladi.

Reaksiya tenglamalir yozilsin va kuzatilgan hodisalar tushuntirilsin.

QALAY (IV)-YODID SINTEZI

Reaktivlar: yod; qalay - 1 g; CCl₄ - 50 ml.

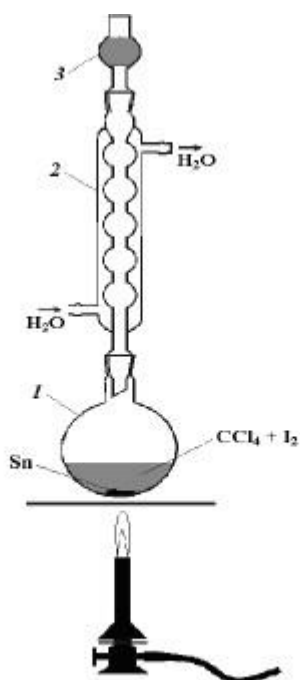
Jihozlar: tubi yumaloq kolba; sovutgich; stakan; shisha filtrli voronka.

74-rasmda ko'rsatilgan asbob yig'iladi.

Kolba 1 ga mayin ezilgan 1 g qalay va stexiometrik miqdordan 10% kamroq toza haydalgan yod solinadi hamda 50 ml uglerod tetraxlorid solinadi (*uglerod tetraxlorid zahar ekanligi unutilmasin!*).

Kolbadagi reaksiyon aralashma asbest to'r orqali gaz gorelkasining alangasida qaynaguncha qizdiriladi. Aralashma 1,5-2 soat davomida qaynatiladi va qaynash juda shiddatli o'tmasligi kuzatilib turiladi. Eritmaning qizil rangi sariq rangga o'tishi, reaksiya tugaganini bildiradi. Eritma bir kechaga qoldiriladi.

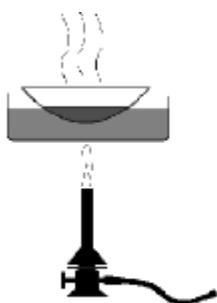
Keyingi kun eritma qaynaguncha qizdiriladi va qaynoq eritma stakanga dekantasiyalanadi (*mo'rili shkafda! CCl₄ bug'lari zaharli!*). Stakandagi eritma muz hammomida sovutiladi. Sovutish paytida SnI₃ kristallari cho'kadi.



74-rasm. Surma (III)-yodid olish asbobi.

1 – reaksiyon kolba; 2 – teskari sovutgich; 3 – kalsiy xloridli nay.

Agar kristallar kam cho'ksa, eritma chinni kosachaga o'tkaziladi va qum hammomida hajmining yarmigacha bug'latiladi (75-rasm). Eritma muz hammomida sovutiladi. Cho'kkan kristallar past bosim ostida shisha filtr orqali filtrlab olinadi (76-rasm). Cho'kma muzda sovutilgan CCl₄ bilan filtrda yuviladi. Modda havoda quritiladi va byuksga o'tkaziladi, massasi o'lchanadi va unum (% da) hisoblanadi (*reaksiyaga kirishmagan qalay hisobga olinmasin*).



75-rasm. Qum hammomida bug'latish.



76-rasm. Past bosim osida filtrlash

Probirkadagi moddaning ozroq qismiga bir necha tomchi suv qo'shiladi va probirka qizdiriladi. Nima sodir bo'ladi? Cho'kmaning rangi qanday o'zgaradi? Eritmaning pH qiymati aniqlanadi. Cho'kma ustidagi eritmaning bir qismiga 1-2 tomchi kumush nitrat eritmasi qo'shiladi. Cho'kmaning rangi qanday bo'ladi?

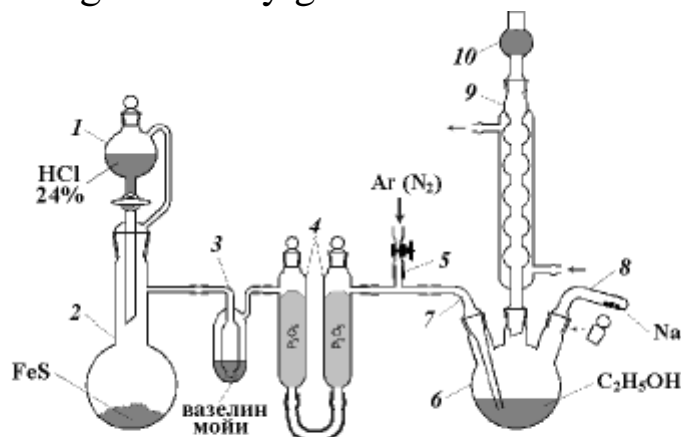
Reaksiya tenglamalir yozilsin va kuzatilgan hodisalar tushuntirilsin.

NATRIY GIDROSULFID SINTEZI

Reaktivlar: natriy - 0,8 g; etil spirt - 25 ml; dietil efir - 100 ml.

Jihozlar: uch bo'g'izli kolba; teskari sovutgich; gaz o'tkazish nayi; tomchi voronka; Vyurst kolbasi; quritish kolonkalari; yuvgich; voronka.

77-rasmda ko'rsatilgan asbob yig'iladi.



77-rasm. Natriy gidrosulfid olish asbobi.

1 – tomchi voronka; 2 – Vyurst kolbasi; 3 – pufakcha sanagich; 4 – quritish kolonkalari;
5 – qisqichli nay; 6 – reaksion kolba; 7 – gaz o'tkazish nayi; 8 – bukilgan nay (“barmoq”);
9 – teskari sovutgich; 10 – kalsiy xloridli nay.

Uch bo'g'izli kolba 1, teskari sovutgich 9, Na uchun bukilgan probirka (–barmoqll) 8, argon (azot) va vodorod sulfid uchun gaz o'tkazish nayi 7 dan tarkib topgan asbob yig'iladi. Quruq vodorod sulfid olish uchun esa Vyurst kolbasi 2, tomchi voronka 1, vazelin moyli yuvgich 3 va ikkita quritish kolonkalari 4 dan tarkib topgan asbob yig'iladi. Asboblar yig'ilgandan keyin, ularning germetikligi tekshiriladi.

Uch bo'g'izli kolbaga 25 ml absolyut etil spirt quyiladi. Kolbaning ochiq bo'g'zi shisha tiqin bilan yopiladi. Asbob gaz o'tkazish nayi orqali quruq argon (azot) bilan to'ldiriladi va gaz o'tkazish nayi qisqich bilan

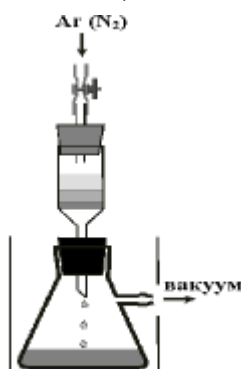
yopiladi. Natriyning mayda bo'lakchasi (taxminan 0,7-0,8 g) pichoqcha bilan oksiddan tozalanadi (*chinni havonchada, kerosin qavati ostida*) va undan ham mayda bo'lakchalarga kesiladi. Natriy faqat pinstet bilan olinadi.

Natriy benzol solingan byuksda tortiladi. Keyin 0,5-0,6 g natriy byuks ichida efir bilan yuviladi (***yong'inga xavfli! Efir bilan ishlaganda ochiq alanga 5 m radiusgacha bo'lmasligi kerak!***), tezda quritiladi va bukilgan probirkaga (-barmoqqall) o'tkaziladi. Ehtiyotlik bilan bukilgan nayni aylantirib, reaksiyon kolbaga natriyning hammasi solinadi (*taxminan 10-15 min davomida*). Kolba gaz gorelkasining alangasida qizdiriladi va spirtning qaynamasligi kuzatiladi.

Metallning hammasi spirtda erigandan keyin gaz o'tkazish nayi orqali vodorod sulfid oqimi o'tkaziladi (***mo'rili shkafda!***). Gazning yutilishi to'xtaguncha, vodorod o'tkazish davom ettiriladi (*taxminan 1 soat davomida*). ***Ehtiyot bo'ling vodorod sulfid zaharli gaz, havo bilan aralashmasi portlashi mumkin!***

Olingan natriy gidrosulfid dietil efir bilan eritmadan suvsizlantiriladi. Buning uchun NaHS ning eritmasiga 70-100 ml dietil efir qo'shiladi. Efir 20-25 ml dan qo'shiladi va kristallar cho'kish kuzatiladi.

Cho'kkan kristallar (78-rasm) quruq argon atmosferasida va past bosim ostida shisha filtr orqali eritmadan ajratiladi (***ko'zoynak kiyiladi!***). Modda aniq massali byuksga solinadi, tortiladi va unum hisoblanadi.



78-rasm. Past bosim osida filtrlash.

Kristallarning ozroq qismi suvda eritiladi va pH aniqlanadi. Eritmaga mis (kadmiy) tuzi qo'shiladi. Nima kuzatiladi?

Reaksiya tenglamasi yozilsin.

Mustaqil ta`lim

-Noorganik moddalar sintezining nazariy asoslari|| fanini o'rganuvchi magistrlar auditoriyada olgan nazariy bilimlarini mustahkamlash va amaliy masalalarni yechish ko'nikmasini hosil qilish uchun mustaqil ta'lim tizimiga asoslanib mustaqil ish bajaradilar. Bunda

ular asosiy va qo‘shimcha adabiyotlarni o‘rganib hamda internet saytlaridan foydalanib referatlar va ilmiy dokladlar tayyorlaydilar, laboratoriya mashg‘ulotlari mavzusiga doir uy vazifalarini bajaradilar.

Mustaqil ta‘lim uchun tavsiya etiladigan mavzular

1. Kimyoviy kinetikaning qo‘llanilish sohasini aniqlash.
2. Reaksiyalarning tartibi va molekulyarligi. Muvozanat konstantasini hisoblashda reaksiyaning standart holatdagi ental‘piya va entropiyasining qiymatlaridan foydalanish.
3. Metallarni galogenidlar va boshqa birikmalarni termik parchalab olish.
4. d-metallarni sintezi
5. Inert gazlar
6. Galogenlarni tabiatda tarqalishi va olinishi
7. Xalkogenlarni sintezi
8. Gzsimon gidridlarni xossasi
9. Karbitlar sintezi
10. Nitridlar xossasi

GLOSSARIY

Atom– musbat zaryadlangan atom yadrosi bilan manfiy zaryadlangan elektronlardan tarkib topgan elektrneytral zarrachadir.

Alkimyo – IV asrdan XVII asrgacha faoliyat ko‘rsatgan kimyo fanini rivojlanishida ijobiy rol o‘ynagan arab alkimyosi va unga qarshi o‘laroq, G‘arbiy Yevropa alkimyosi reaksiyon, ilmga xilof oqim bo‘lgan, cherkov bilan feodallar manfaati uchun hizmat qilgan oqimdir. Alkimyogarlarning butun harakati sirli «falsafiy tosh»ni axtarib topishga qaratilgan edi. Bu tosh go‘yo noasl metallarni asl metalga aylantirishi, inson umrini uzaytiruvchi elektr yoki bu kasalliklarni davolash kerak edi.

Avogadro domiysi – $6,02 \cdot 10^{23}$ g/mol.

Alfa zarracha (α – zarracha) – musbat zaryadga ega bo‘lgan zarracha bo‘lib, uning massasi 4 uglerod birligiga teng, tezligi 20000 km/sek, geliy ionlari (He^{2+}) dan iborat.

Asosiy guruhcha – tipik elementlardan tashkil topgan elementlar qatoridir.

Aktinoidlar – VI davrda tartib raqamlari 90 ...103 bo‘lgan 14 element aktinoidlar oilasini hosil qiladi.

Aktseptor – elektron juftni o‘zining bo‘sh orbitaliga qabul qiladigan atom yoki iondir.

Atomli yoki birinchi tartibdagi birikmalar – hosil bo‘lishida valentlik qoidasiga bo‘ysunadigan moddlardir. $CuCl_2$, BF_3 , NH_3 , $FeCl_3$ kabi moddalar birinchi tartibdagi birikmalar qatoriga kiritiladi.

Anion komplekslari – markaziy ionining zaryadi uni qurshab turgan ligandlar zaryadlarining yig‘indisidan kichik bo‘lgan komplekslardir.

Ammiakatlar – o‘zining ichki sferasida ammiya bo‘lgan koordinatsion birikmalardir. Ammiak molekulasining har biri bittadan koordinatsion o‘rinni egallaydi. Shuning uchun ichki sferada bo‘ladigan ammiak molekulalar soni markaziy ionning koordinatsion soniga bog‘liq bo‘ladi. Mis, nikel, kobalt kabi elementlar juda barqaror ammiakatlar hosil qiladi.

Atsidokomplekslar – ligandlari kislota qoldiqlaridan iborat koordinatsion birikmalardir. Masalan, $K_4[Fe(CN)_6]$. Qo‘shaloq tuzlar ham atsidokomplekslar jumlasiga kiradi, masalan, $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$.

Alfa nurlar – musbat zaryadli zarrachalar oqimidir. Massasi 4 uglerod birligiga teng va tezligi esa 20000 km/sek atrofida bo‘ladi.

Atom tuzilishining yadro nazariyasi – bu nazariyaga muvofiq atom markazida musbat zaryadli yadro joylashgan bo‘lib, uning atrofida elektronlar aylanib yuradi. Atom tarkibining musbat zaryadli qismini ingliz olimi E. Rezerford alfa – zarrachalarning tarqalishini o‘rganish natijasida kashf etdi va 1911 yildi atom tuzilishining yadro nazariyasini taklif qildi.

Atomning hayajonlangan holati – atomga tashqaridan energiya berilganda elektronning yadroga yaqin orbitadan yadrodan uzoq orbitaga o‘tish holatidir. Bunda, elektron yadroga yaqin orbitaga o‘tishida atom energiya chiqaradi, yadrodan uzoqroq orbitaga o‘tishida esa energiya yutadi. Yadrodan uzoq turgan elektronning enegiya zapasi ko‘p bo‘ladi. Bu vaziyat yuqori energetik darajadagi vaziyat deyiladi. Bunda atom hayajonlangan holatda bo‘ladi.

Biokimyo – tirik organizmalarda sodir bo‘ladigan kimyoviy jarayonlarni o‘rganadigan fandır.

Bertolilidlar – o‘zgaruvchan tarkibli birikmalardir. Bertollidlarning tarkibi o‘zgarib turadi va steziometrik nisbatlarga muvofiq kelmaydi. Masalan, uran (VI) – oksidning tarkibi odatda UO_3 formula bilan ifodalanadi. Haqiqatda esa uning tarkibi $UO_{2,5}$ dan UO_3 gacha bo‘ladi va boshqalar.

Beta zarracha (β – zarracha) – manfiy zaryadga ega bo‘lgan zarracha bo‘lib, uning harakat tezligi 100000 km/sek ga tengdir. Bu nur tez harakatdagi elektronlar oqimidan iborat.

Bosh kvant son – ayni orbitaning energiyasi uning yadrodan uzoq va yaqinligiga qay tarzda bog‘liq ekanligini tavsiflaydi va elektron energiyasining kattaligini ko‘rsatadi. Bu tushuncha fanga dastlab 1913 yild N. Nor tomonidan kiritilgan.

Bog‘lanish energiyasi – kimyoviy bog‘lanishni uzish uchun zarur bo‘lgan energiya miqdoridir.

Valent elektronlar – asosiy guruhcha elementlari atomining yadrodan eng uzoqda turgan sirtqi qavatining s va p elektronlari, shuningdek, qo‘shimcha guruhcha elementlarining sirtqi qavatidagi s – elektronlari va sirtqidan oldingi pog‘onaning qisman d – elektronlaridir.

Vodorod bog‘lanish – elektrmanfiyligi katta bo‘lgan element atomi bilan boshqa molekuladagi vodorod atomi orasida vujudga keladigan ikkinchi darajali kimyoviy bog‘lanishdir.

Vodorod ko‘rsatgich – eritmadagi vodorod ionlari konsentratsiyasining teskari ishora bilan olingan unli logarifmi vodorod ko‘rsatgich yoik pH deb ataladi. «Vodorod ko‘rsatgich» tushunchasini 1909 yilda daniyalik kimyogar Syorensen kiritgan.

Vodorod elektrod – elementlarning standart elektrod potentsialini o‘lchashda ishlatiladigan vodorod elektroddir. Bu qurilmadagi vodorod elektrodi sifatida ishlatiladigan platina plastinka yuza sathini kattalashtirish maqsadida g‘ovakli platina bilan qoplangan bo‘lib, u H^+ ionining konsentratsiyasi $1 \text{ mol} \cdot l^{-1}$ bo‘lgan sulfat kislota eritmasiga tushirilgan bo‘ladi. Elektrod tagidagi gaz holdagi tozalangan vodorod oqimi yuboriladi, erkin holdagi vodorod va eritmdagi H^+ orasida muvozanat holat yuz beradi, bunda molekulyar vodorod atomar holga o‘tishini platina elektrod amalga oshiradi.

Gazlar zichligi – bir gaz muayyan hajmi massasining xuddi shunday hajmdagi ikkinchi gaz (usha sharoitlarda olingan) massasiga nisbati birinchi gazning ikkinchi gazga nisbatan zichligi deyiladi.

Gamma nur (γ – nur) – zaryadsiz zarracha bo‘lib, xuddi rentgen nuriga o‘xshab elektr magnit to‘lqin xossasiga ega. U juda qalin metall plastinkasidan ham o‘tadi. U elektr maydonida og‘maydi. O‘zining tabiati jihatidan yorug‘lik nurlariga o‘xshaydi, lekin to‘lqin uzunligining juda kichikligi bilan undan farq qiladi.

Guruh – elementlarning davrlar bo‘yicha taqsimlanishi natijasida vertikal yo‘nalishda bir – biriga o‘xshash elementlar oilasining vujudga kelgan qatoridir.

Geterogen sistema – fizikaviy yoki kimyoviy xossalari jihatidan o‘zaro farq qiladigan va bir – biridan chegara sirlari bilan ajralgan ikki yoki bir necha qismlardan yoki bir necha fazadan tuzilgan sistemadir.

Gomogen sistema – fizikaviy yoki kimyoviy xossalari jihatidan o‘zaro farq qilmaydigan va bir – biridan chegara sirlari bilan ajralmagan, bir fazadan iborat sistemadir.

Gomogen kataliz – reaksiyaga kirishuvchi moddalar va katalizator bir fazali sistemadir. Masalan, ular gaz yoki suyuq sistemani hosil qiladi, katalizator bilan reaksiyaga kirishuvchi moddalar orasida chegara sirti bo‘lmaydi.

Geterogen kataliz – reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan katalizator turli fazalardan iborat sistemadir. Bunda reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan katalizator orasida chegara sirti bo‘ladi. Odatda katalizator – qattiq modda, reaksiyaga kirishuvchi moddalar – gazlar yoki suyuqliklar bo‘ladi.

Gidratlanish – erishda erituvchi bo‘lgan suv molekulalarining eruvchi modda molekulalari bilan birikishidir. Bunda unchalik barqaror bo‘lmagan birikmalar hosil bo‘ladi.

Gipertonik eritmalar – konsentratsiya yuqori bo‘lgan eritmaning osmotik bosimi katta bo‘lgan eritmadir.

Gipotonik eritmalar – konsentratsiyasi kichik bo‘lgan eritmalarining osmotik bosimi kam bo‘ladi va ular gipotonik eritmalar deb ataladi.

Gidroliz darajasi – gidrolizlangan tuz molekulalari sonining eritilgan tuz molekulalari soniga bo‘lgan nisbatidir.

Galvanik elementlar – kimyoviy energiyani elektr energiyasiga aylantirish uchun xizmat qiladigan asboblardir. Ularning ishlashi metallarning boshqa metallarni ularning tuzlaridan siqib chiqarish reaksiyasiga asoslangan.

Gemoglobin – tirik hujayralarni koslorod bilan ta‘minlab turuvchi moddadir. U temirning koordinatsion birikmasi hisoblanadi.

Gidratlar va akvakomplekslar – ichki va sirtqi qavatida suv molekulalari tutgan koordinatsion birikmalardir. Agar suv molekulasi koordinatsion birikmalarda ligandlik vazifasini bajarsa, bunday birikmalarni akva – komplekslar deb ataladi.

Daltonidlar – o‘zgarmas tarkibli birikmalardir. Daltonidlarning tarkibi butun sonli stexiometrik indeksleri bor oddiy formulalar bilan ifodalanadi, masalan, H_2O , HJ , CCl_4 , CO_2 va boshqalar.

Davr – elementlarning xossalari asta – sekin o‘zgarib boradigan, ishqoriy metall (birinchi davr vodorod) bilan boshlanib nodir gaz bilan tugaydigan gorizontol qatordir.

Dipol sistema – miqdoriy jihatdan baravar va bir – biriga nisbatan maʼlum masofada joylashgan, qarama – qarshi elektr zaryadlaridan iborat sistemadir.

Donor – aktseptor bogʻlanish – kovalent bogʻlar hosil qiluvchi elektronlarning biri dastlab bir atomda, ikkinchisi boshqa atomda boʻlishi shart emas, bu juftlar bogʻlanish hosil boʻlishidan avval, oʻzaro birikuvchi atomlarning faqat birida boʻlib, ikkinchi atomda boʻsh orbitallar mavjud boʻlsa, kovalent bogʻlanishning bir turi – koordinatsion yoki donor – aktseptor bogʻlanish hosil boʻladi.

Donor – bogʻ hosil qilish uchun oʻzining elektron juftini beradigan atom yoki iondir.

Dativ bogʻlanish – juft d – elektronlar hisobiga amalga oshadigan donor – aktseptor bogʻlanishdir.

Dinamik muvozanat – muvozanat holatida toʻgʻri reaksiya ham, teskari reaksiya ham toʻxtamaydi, shu sababli bunday muvozanat harakatdagi yoki dinamik muvozanat deyiladi.

Diffuziya – bir modda zarrachalarining ikkinchi modda ichida taqsimlanishini taʼminlovchi jarayondir.

Dissotsilanish darajasi – ionlarga ajralgan molekulalar sonining umumiy erigan molekulalar soniga nisbatidir.

Yonish issiqligi – bir mol modda toʻliq yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdoridir.

Ionlar – atomlarning elektron yoʻqotishi yoki birkirib olishi natijasida hosil boʻladigan zarrachalardir.

Ionlanish energiyasi – atomdan elektronni ajratib olish va uni yadro taʼsir etadigan zonadan uzoqlashtirish uchun zarur boʻlgan energiya miqdoridir.

Ion bogʻlanish – ionlar orasida elektrostatik tortishuv tufayli vujudga keladigan kimyoviy bogʻlanishdir, uni elektrvalent bogʻlanish ham deyiladi.

Ionli birikmalar – ionlarning bir – biriga tortilish yoʻli bilan hosil boʻlgan birikmalardir, ularni geteropolyar birikmalar ham deyiladi.

Izotonik eritmalar – konsentratsiyasi oʻzaro teng boʻlgan eritmalarining osmotik bosimlari ham teng boʻladi, bunday eritmalar izotonik eritmalaridir.

Indikatorlar – rangi vodorod ionlarining konsentratsiyasiga qarab oʻzgaradigan moddalardir. Masalan, lakmus, fenolftalein, metilnarinj va nitrofenol eng koʻp ishlatiladigan indikatorlardir (indikator soʻzi lotincha «indico», yaʼni «koʻrsataman» soʻzidan olingan.

Izotoplar – bir elementning bir – biridan massasi jihatidan farq qiladigan atomlaridir. Elementning davriy sistemada keltirilgan atom massasi, uning turli izotoplari massalar sonining o‘rtacha qiymatidir. Bu qiymat ularning tabiatda tarqalishiga mos keladigan qilib, foiz hisobida olinadi. Masalan, xlor massasi 35 va 37 ga teng bo‘lgan atomlardan iborat bo‘lib, bunda $_{17}\text{Cl}^{35}$ izotop miqdori 75% va $_{17}\text{Cl}^{37}$ izotop 25% ni tashkil qiladi. Xlorning o‘rtacha atom massasi 35,45 ga teng

Izobarlar – massalar soni bir – biriga teng bo‘lgan turli elementlar atomlaridir. Yadro zaryadi bilan farq qiladigan, ammo massasi bir xil bo‘ladigan atomlar mavjud. Masalan, $_{18}^{40}\text{Ar}$, $_{19}^{40}\text{K}$, va $_{20}^{40}\text{Ca}$ va hokazolar.

Kimyo – dunyoni tashkil etgan elementlarni hamda shu elementlardan hosil bo‘lgan turli – tuman moddalarni, ularning tarkibi, tuzilishi, xossalari va o‘zgarishlarini, shuningdek bu o‘zgarishlarda sodir bo‘ladigan xossalarni o‘rganadigan fanidir.

Kimyoviy o‘zgarishlar – kimyoviy reaksiyalar ham deyiladi, ularda dastlabki moddalardan, ya‘ni xom ashyodan boshqa tarkibga va boshqa xossalarga ega bo‘lgan mahsulotlar olinadi.

Kimyoviy ekvivalent – elementning bir massa qism vodorod va 8 massa qism kislorod bilan birika oladigan yoki shularga almashina oladigan miqdoridir.

Katod nurlari – elektrodlar kavsharlangan shisha nayda havo so‘rib olinsa va unga yuqori kuchlanishli elektr quvvati ulansa, katodda nur tarala boshlaydi. Bu nurlar katod nurlaridir.

Kichik davrlar – bitta qatordan tashkil topgan 1... davrlardir.

Katta davrlar – juft va toq qatorlardan tashkil topgan 4...7 davrlardir.

Kovalent bog‘lanish – umumiy (o‘zaro bog‘laydigan) elektron juftlarning hosil bo‘lishi natijasida vujudga keladigan kimyoviy bog‘lanishdir.

Kimyoviy termodinamika – kimyoviy jarayonlarda har xil turdagi energiyalarning bir – biriga aylanishini o‘rganadigan sohadir.

Kimyoviy kinetika – kimyoviy jarayonlar tezligi haqidagi ta‘limotdir.

Kimyoviy reaksiya tezligi – sistemaning hajmi o‘zgarmaganda reaksiyaga kirishayotgan moddalardan birining konsentratsiyasini vaqt birligi ichida o‘zgarishidir.

Katalizator – reaksiya tezligini o‘zgartiradigan, lekin reaksiya natijasida kimyoviy jihatdan o‘zgarmaydigan moddalardir.

Kataliz – reaksiya tezligining katalizator ta‘sirida o‘zgarishidir.

Katalitik reaksiyalar – katalizatorlar ishtirokida sodir bo‘ladigan kimyoviy reaksiyalardir.

Katalitik zaharlar – katalizatorga ozgina qo‘shilganda ham uning katalitik faolligini keskin kamytiradigan moddalardir.

Kimyoviy muvozanat – reaksiyaga kirishayotgan moddlar sistemasining to‘g‘ri va teskari reaksiyalarning tezligi o‘zaro teng bo‘lgan holatdir.

Kimyoviy muvozanatning siljishi – reaksiya sistemasining bir muvozanat holatidan boshqasiga o‘tishi holatidir. Agar sharoit o‘zgarganida oxirgi moddalarning konsentratsiyasi ko‘paysa, muvozanat reaksiya mahsulotlari tomoniga siljigan bo‘ladi. Agar boshlang‘ich moddalarning konsentratsiyasi ko‘paysa, u holda muvozanat boshlang‘ich moddalar hosil bo‘lishi tomoniga siljigan bo‘ladi.

Kristallgidratlar – tarkibida suv molekulari bor kristallardir.

Kristallizatsiya suvi – kristallgidratlar tarkibiga kiradigan suvdur.

Krioskopiya – kimyoda eritmaning muzlash shartlarini o‘rganuvchi bo‘limdir.

Kuchli elektritlar – har xil konsentratsiyadagi eritmalarda ham sezilarli darajada yaxshi dissotsilanadigan birikmalardir. Kuchli elektrolitlar suvda eriganda ionlarga to‘liq dissotsilanadi. Kuchli elektrolitlarga deyarli barcha tuzlar, kuchli kislota va kuchli asoslar kiradi.

Kuchsiz elektrolitlar – molekulari hatto suyultirilgan eritmalarda ham oz darajada dissotsilanadigan elektrolitlardir. Ularga ba‘zi kislotalar (masalan, sirka, tsianid, karbonat kislotalar va hokazo), ba‘i asoslar (masalan, ammoniy gidroksid, organik asoslar va hookazo) va ba‘zi tuzlar (masalan, $\text{Hg}(\text{CN})_2$, HgCl_2 , $\text{Fe}(\text{SCN})_3$, FeF_3 va hokazo) kiradi.

Korroziya – metallarning tevarak – atrofdagi muhit ta‘sirida yemirilishidir. Bu o‘z – o‘zidan boradigan oksidlanish – qaytarilish jarayonidir. Yemirilishning sodir bo‘lish mexanizmiga ko‘ra korroziya ikki xil – kimyoviy va elektrkimyoviy bo‘ladi.

Kimyoviy korroziya – metallning tevarak – atrofdagi muhitda oksidlanib yemirilishida sistemada elektr oqimi paydo bo‘lmasa, bunday yemirilish kimyoviy korroziyalanish deyiladi. Bu holda metall muhitning tarkibiy qismlari – gazlar va noelektrolitlar bilan reaksiyaga kirishadi.

Kompleks (koordinatsion) birikmalar – shunday birikmani, uning molekuli yoki ioni markaziy ion yoki atomga ega bo‘lib, buni bir necha ion yohud molekularlar ya‘ni ligandlar qurshab turadi. kompleks birikmalar hatto eritmalarda ham mustaqilligini saqlab qolishga intiladi, ionlarga ham dissotsilanadi.

Kation kompleks – markaziy ionining musbat zaryadi uni qurshab turgan ligandlar manfiy zaryadlari yigʻindisidan ortiq boʻlgan komplekslardir.

Koordinatsion soni – kompleks tarkibida markaziy atom bilan bevosita birikkan ligandlar orasidagi bogʻlanishlar sonidir. Markaziy ionning koordinatsion soni 1 dan 12 ga qadar boʻlishi mumkin. Lekin 8 dan katta koordinatsion sonlar kam uchraydi.

Kompleks hosil qiluvchi – kompleks birikma tarkibidagi ionlardan biri boʻlib, markaziy oʻrinni egallovchi musbat zaryadli iondir.

Koordinatsion sigʻim – ayni ligand kompleksining ichki qavatida markaziy ion atrofida necha joyni band qilsa, bu son ligandning koordinatsion sigʻimi deb ataladi.

Lantanoidlar – VI darda lantandan keyin tartib raqamlari 58 – 71 boʻlgan 14 ta element oilasidir. Lantanoidlar soʻzi «lantanga oʻxshash» degan maʼnoni bildiradi. Ular baʼzan lantanidlar ham deyiladi, bu lantandan keyin keladigan degan maʼnoni bildiradi.

Le – Shatele printsip – kimyoviy muvozanat holatidagi sistemaga tashqaridan taʼsir etilib, uning biror sharoiti oʻzgartirilsa, sistemada oʻsha tashqi taʼsirni kamaytirishga intiladigan jarayon kuchayadi.

Ligandlar yoki addendlar – kompleks hosil qiluvchi atrofida joylashgan, maʼlum sondagi qarama – qarshi zaryadli ionlar yoki neytral molekulalardir. Addendlar yoki ligandlar koordinatsion birikmaning ichki sferasini tashkil etadi. Masalan, $K_4[Fe(CN)_6]$ kompleks tuzida kompleks hosil qiluvchi valentli temir ion boʻlib, addendlar – tsian ionlaridir. Tashqi koordinatsion sferada kaliy ionlari joylashgan.

Murakkab moddalar – turli xil elementlarning atomlaridan hosil boʻlgan moddalardir.

Molekula – ayni modda tarkibini va kimyoviy xossalarini ifodalovchi eng kichik zarrachadir. Molekulalarning oʻzaro jipslashishi natijasida «molekulyar tuzilishli» moddalar hosil boʻladi.

Massa atom birligi – 1961 yilda atom massasining birligi qilib uglerod izotopi ^{12}C atom massasining 1/12 qismiga teng boʻlgan massa atom birligi (m.a.b.) qabul qilingan.

Mol – moddaning 0,012 kg uglerod izotopi ^{12}C da necha atom boʻlsa, tarkibida shuncha struktura birliklar (molekula, atom, ion, elektron va boshqalar) boʻladigan miqdoridir.

Molyar massa – modda massasining moddaning miqdoriga nisbatiga teng kattaligidir.

Molyar hajm – modda hajmining shu moddaning miqdoriga nisbatidir. Normal sharoitda turli gazlarning 1 moli 22,4l ga teng hajmni egallaydi.

Makroolam – kishi ko‘zi yordamida ko‘rish mumkin bo‘lgan barcha zarrachalardir.

Mikroolam – bu ko‘z bilan ham, mikroskop yordami bilan ham ko‘rinmaydigan ob‘ektlardir. Ular jumlasiga molekula, atom, elektron, proton, neytronlar kabi elementar zarrachalar kiradi. Mikroob‘ektlarning eng muhim xususiyatlari shundaki, ular ham zarracha, ham to‘lqin xossalarini namoyon qiladi.

Magnit kvant son – elektron orbitallarning fazodagi vaziyatini xarakterlaydi, uning qiymatlari - ℓ dan $+\ell$ gacha bo‘la oladi, nol ham bo‘lishi mumkin. Magnit kvant son ayni energetik qobiqda necha xil orbital bor ekanligini orbitallarning shaklini ko‘rsatadi.

Manfiy katalizator yoki ingibitorlar – reaksiya tezligini pasaytiradigan moddalardir.

Musbat katalizator – reaksiya tezligini oshiradigan moddalardir.

Muvozanat konsentratsiyasi – reaksiyada ishtirok etayotgan moddalarning muvozanat holatdagi konsentratsiyasidir.

Molyar konsentratsiya yoki molyarlik – erigan moddaning 1 litr eritmadagi mollar soni bilan ifodalanishidir.

Molyal konsentratsiya yoki molyalik – 1 kg erituvchida erigan moddaning mollar soni bilan ifodlanishidir.

Metallarning kuchlanishlar qatori – metallarning normal potentsiallarini nazarda tutib, ular tartib bilan bir qatorga qo‘yilsa, vodorodning bir tomonida manfiy potentsiolga ega metallar, ikkinchi tomonida esa musbat potentsialli metallar joylashadi. U metallarning kuchlanish qatoridan iborat bo‘lib, ular aktivlik qatori deb ham aytiladi.

Molekulali yoki yuqori tartibdagi birikmalar – biror sodda birikmaning boshqa sodda birikma bilan o‘zaro birikishi natijasida hosil bo‘ladigan birikmalardir. Masalan, mis (II) – xlorid eritmasiga ammiak ta‘sir ettirilganda bu ikki sodda birikmadan molekulyar birikma hosil bo‘ladi. Keyinchalik, molekulyar yoki yuqori tartibli birikmalarning nisbatan barqarorlari kompleks (koordinatsion) birikmalar deb ataladi.

Nisbiy atom massa – elementning tabiiy izotoplar tarkibidagi atomi o‘rtacha massasining uglerod ^{12}C atom massasining 1/12 qismi nisbatiga teng kattaligidir.

Nisbiy molekulyar massa – moddaning tabiiy izotoplar tarkibidagi molekulasi o‘rtacha massasining uglerod atomi ^{12}C massasining 1/12 qismi nisbatiga teng qiymatidir.

Neytron – zaryadsiz zarracha bo‘lib, uning massasi 1,0087 m.a.b. ga teng, yadro tarkibida bo‘ladi.

Nodir gazlar – VIII guruhning asosiy guruhchasi elementlaridir.

Normal konsentratsiya yoki normallik – erigan moddaning 1 litr eritmadagi ekvivalentlar soni bilan ifodalanishidir.

Noelektrolitlar – suvdagi eritmaları elektr oqimini o‘tkazmaydigan moddalardir.

Neytral komplekslar – markaziy ionning zaryadi bilan ligandlar zaryadlarining yig‘indisi orasidagi ayirma nolga teng bo‘lgan komplekslardir.

Nuklonlar – yadro tarkibidagi proton va neytronlarning umumiy nomidir. Bu ikki xil zarrachalar deyarli bir xil massaga ega bo‘lib, u taxminan bir uglerod birligiga teng. Massalar soni nuklonlarning umumiy sonini, ya‘ni ayni element atom yadrosidagi proton va neytronlar sonini bildiradi.

Nurlanishning kvant nazariyasi – bu nazariyaga muvofiq energiya uzluksiz ravishda ajralib chiqmaydi, balki u mayda – mayda bo‘laklar yoki portsiya – portsiya holda ajralib chiqadi va kvantlardan iborat bo‘ladi. Bu nazariyani 1900 yili nemis fizigi Plank maydonga tashladi.

Orbital kvant son – elektron orbitallar shaklini tasvirlaydi. Orbital kvant sonning qiymati 0 dan $n - 1$ ga qadar bo‘lishi mumkin. Uning qiymatlari lotin alfavitining kichik harflari (s,p,d,f,g,...h) bilan ko‘rsatiladi. Bu tushuncha fanga 1916 yilda A.I. Zommerfeld tomonidan kiritilgan.

Osmos – erituvchi zarrachalarining yarim o‘tkazgich parda orqali o‘tish jarayonidir. Agar erituvchi eritma o‘rtasiga yarim o‘tkazgich parda (membrana) qo‘yilsa, bu parda orqali erituvchi zarrachalari eritmaga o‘tib, uni suyultira boshlaydi.

Osmotik bosim – erigan modda zarrachalari yarim o‘tkazgich orqali o‘ta olmaganligi sababli unga urilib ko‘rsatiladigan bosimdir.

Oddiy moddalar – bitta elementning atomlaridan hosil bo‘lgan moddalardir.

Pnevmatik kimyo (gazlar kimyosi) – gazlarga oid ishlar, tajribalar, kuzatishlar, xulosalar. Uning asoschisi gollandiya olimi Van Gelmont bo‘lib, gazlarga va bijg‘ish jarayoniga oid ko‘p ishlarni bajargan.

Planetar nazariya – 1888 yilda Rossiya olimi B.N. Chicherin tomonidan taklif qilingan bo‘lib, 1903 yilda Tomson bu nazariyani inkor qilib o‘zining nazariyasini taklif qildi. Bu nazariyaga ko‘ra atom butun hajm uzra bir tekis tarqalgan musbat zaryaddan iborat bo‘lib, bu musbat zaryadni manfiy zaryadli elektronlar neytrallab turadi. 1911 yilda

ingliz olimi E. Rezerford o'z tajribalari asosida Tomson nazariyasining puchligini isbot qilid va planetar nazariyani qaytadan tikladi. Bu nazariyaga ko'ra atom xuddi «Quyosh» sistemasi kabi tuzilgan va uning markaziga musbat zaryadli yadro joylashgan, uning atrofida esa manfiy zaryadli elektronlar harakatlanadi.

Proton – musbat zaryadli zarracha bo'lib, uning massasi 1,0073 m.a.b. (massa atom birligi)ga va zaryadi +1 ga teng, yadro tarkibiga kiradi, vodorod yadrosidir.

π – **bog'lanish** (π – **bog'lanish**) – ayrim elektronlarning sigma – bog'lanishlar chizig'idan tashqarida o'z elektron bulutlarini qoplaydi. Bunday bog'lanish π – bog'lanish deb ataladi.

Promotorlar – katalizatorga aralashtirilganda uning ta'sirini kuchaytiradigan moddalardir.

Plazmoliz – o'simlik hujayrasi toza suvga tushurilganda xujayra shishib, o'z hajmini kattalashtiradi. O'simlik pardasining burishib qolishini plazmoliz deb ataladi.

Polikislotalar – kislota molekulasiga shu yoki boshqa kislotaning anhidridi kelib qo'shilgan mahsulotlardir. $H_2S_2O_7$ polikislotaldir, chunki u H_2SO_4 ni SO_3 bilan to'yintirilganda hosil bo'ladi.

Poligalogenidlar – markaziy ioni va ligandlari galogenlardan iborat koordinatsion birikmalardir. Masalan, $K[JJ_2]$, $K[JCl_4]$, $K[BrCl_2]$ va boshqalar.

Proton - neytron nazariyasi – bu nazariyaga muvofiq atom yadrosi proton va neytronlardan tuzilgan. Yadro reaksiyasini chuqur o'rganish natijasida Rossiya fizigi Ivonenko va u bilan bir vaqda nemis fizigi Geyzenberg (1932 yilda) atom yadrosi tuzilishining proton – neytron nazariyasini taklif qildilar.

Pauli printsiipi – bir atomda to'rtala kvant sonlari bir – birinikiga teng bo'lgan ikkita elektron bo'la olmaydi. Shunga ko'ra, bir orbitalda paralel spinli ikki elektron birgalikda mavjud bo'la olmaydi. Bunday elektronlarni juftlashmagan yoki yakka elektronlar deyiladi.

Radioaktivlar hodisasi – elementlarning o'z – o'zidan nurlar chiqarish hodisasidir.

Radioaktiv elementlar – faqat radioaktiv izotoplardan tarkib topgan elementlardir.

Radioaktivlik hodisasi – o'z – o'zidan nurlanish hodisasidir. Bu hodisani chuqur o'rganish shuni ko'rsatadiki, ba'zi radioaktiv elementlar alfa – nurlar, boshqasi beta – nurlar, ayrimlaridan gamma – nurlar ham chiqadi.

Spin kvant son – maxsus kvant – mexanik miqdor bo‘lib, ilgari vaqtlarda uni elektronning o‘z o‘qi atrofida aylanishini xarakterlovchi son deb aytilar edi. Uning son qiymatlari $+1/2$ va $-1/2$ bo‘lishi mumkin.

Sigma bog‘lanish (σ – bog‘lanish) – o‘zaro birikuvchi atomlar orasida bitta valent chiziq bilan tasvirlanadigan yaka bog‘lanish hosil bo‘lganida, elektron bulutlar usha atomlarning yadro markazlariga eng yaqin to‘g‘ri chiziq bo‘ylab bir – birini qoplasa, bunday turni sigma bog‘lanish deb ataladi.

Sistema – tashqi muhitdan ajralgan deb faraz qilingan modda yoki moddalar guruhidir.

Solvatlanish – eritmada suvdan boshqa erituvchilar (spirt, efir, atseton va boshqalar) qo‘llanilganda ularning erituvchi molekulalari bilan ta‘sirlanish jarayonidir.

Suvning ion ko‘paytmasi – suvdagi vodorod ionlari bilan gidroksid kontsentratsiyalarini ko‘paytmasidir.

Standart elektrod potentsiali – standart sharoitda sodir bo‘ladigan oksidlanish – qaytarilish jarayonida yuzaga chiqadigan elektrod potentsialdir.

Tibbiyot (yatro kimyo) kimyosi – kasalliklarni davolashda kimyoviy preparatlardan foydalanish tajribalarini targ‘ib qilgan oqimdir. Bu oqim asoschisi shveytsar tabibi Paratsels edi.

Tugallanmagan davr – VII davr nodir gaz bilan tugamagani uchun bu davr shunday nomlanadi.

Tipik elementlar – II va III davr elementlaridir. Ularning D.I. Mendeleev shunday deb atagan.

Termokimyo – kimyoviy o‘zgarishlarning energetik effektlarini o‘rganuvchi soha.

Termodinamika – u yoki bu jarayonlarning kechish imkoniyatlarini va ularning yo‘nalishini, har xil energiya turlari va ularning bir–biriga aylanish miqdoriy nisbatlarini o‘rganadigan sohadir.

To‘yingan eritma – eritma tayyorlanganda, erimay qolgan modda bilan cheksiz uzoq vaqt birga mavjud bo‘la oladigan ya‘ni muvozanatda turadigan eritmadir.

Tuzlarning gidrolizlanishi – erigan tuz ionlarining suvning H^+ va OH^- ionlarini o‘zaro kimyoviy ta‘sir etib, muhitning vodorod ko‘rsatgichini o‘zgartirishidir. Natijada ko‘pgina tuzlarning eritmalari kislotali yoki ishqoriy muhitga ega bo‘lib qoladi.

Uyg‘onish davri – bu davrda hayot kimyo oldiga yangidan – yangi amaliy masalalarni qo‘ydi, tabiatni hayotdan ajratilgan holda o‘rganish

yo‘qola boshladi va kimyo fani aniq tajriba natijalariga asoslanib xulosalar chiqaradigan bo‘ldi.

Uzun davrli variant – D.I.Mendeleev davriy sistemasining birinchi varianti bo‘lib, ular 1869 yilda tuzdi. Bu sistemada 63 ta element bo‘lib, ular 19 ta gorizontal va 6 ta vertikal qatorga joylashtirilgan edi.

Fizikaviy kimyo – moddalar tarkibi, tuzilishi va ularda kechadigan o‘zgarishlarni fizika qonun qoidalari asosida o‘rganadigan fandır.

Flogiston nazariyasi – XVII asrning oxirida nemis kimyogari Shtal yaratgan bo‘lib, u taxminan fanda 100 yil hukmronlik qilgan. Bu nazariyaga ko‘ra, barcha yonuvchi moddalarda flogiston ya‘ni olov modda mavjud. Bunday modda metallarda ham bo‘ladi, ayniqsa ko‘mirda ko‘p. Moddalar yondirilganda yoki qattiq qizdirilganda go‘yo flogiston uchib ketib, tuproqqa o‘xshash modda – kuyundi qoladi. Bu nazariyaning noto‘g‘riligini tajribalar asosida frantsuz olimi A. Laeaze isbotlagan.

Faza – geterogen sistemaning boshqa qismlaridan chegara sirtlari bilan ajralgan gomogen qismidir.

Xlorofil – o‘simliklarning yashil qismida bo‘ladigan va fotosintezni amalga oshiradigan moddadir. U magniyning koordinatsion birikmasidir.

Element – yadrosining musbat zaryadi bir xil bo‘lgan atomlarning muayyan turidir.

Es – orbital (S – orbital) – sferik simmetriyali, ya‘ni shar shaklida bo‘ladi, bunda vodorod atomining orbitali $n = 1$ misol bo‘la oladi.

Elektronga moillik – atomning elektron biriktirib olishida ajralib chiqadigan energiyadir.

Elektr manfiylik – ionlanish energiyasi bilan elektronga moillikning arifmetik yig‘indisidir.

Ekzotermik reaksiyalar – issiqlik chiqishi bilan boradigan reaksiyadir.

Endotermik reaksiyalar – issiqlik yutilishi bilan boradigan reaksiyalardir.

Erişh issiqligi – bir mol modda 300 – 400 mol erituvchida eriganida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdoridir.

Entropiya – moddada yuz berishi mumkin bo‘lgan va uzluksiz o‘zgarib turadigan holatlarni xarakterlovchi funktsiyadir.

Eritma – ikk yoki bir necha komponentdan iborat qattiq yoki suyuq gomogen sistemadir.

Erituvchi – o‘z agregat holatini eritmaga o‘tkazadigan moddadir.

Eritmaning kontsentratsiyasi – eritmaning yoki erituvchining ma‘lum massa miqdorida yoki ma‘lum hajmida erigan modda miqdoridir.

Erigan moddaning massa ulushi – erigan modda massasining eritmaning umumiy massasiga nisbatidir.

Eritmaning titri – eritmaning 1 millilitridagi erigan moddaning mass miqdoridir.

Eruvchanlik – moddaning u yoki bu erituvchida erish hususiyatidir. Qattiq modda erituvchiga tushirilganda uning ionlari yoki molekulari qutbli erituvchi molekulari bilan ta'sirlashishi natijasida erish jarayoni boshlanadi. Ayni moddaning ma'lum haroratda 100g erituvchida erib to'yingan eritma hosil qiladigan massasi uning eruvchanlik koeffitsenti yoki eruvchanligi deb ataladi.

Ebulioskopiya – eritmaning qaynash shartlarini o'rganuvchi bo'limdir.

Elektrolitlar – suvdagi eritmali yoki suyuqlanmalari elektr oqimini o'tkazadigan moddalardir. Kislota, asos va tuzlar elektrolitlardir.

Eruvchanlik ko'paytmasi – oz eriydigan elektrolitlarning to'yingan eritmasidagi ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi ayni haroratda o'zgarishsiz miqdordir.

Elektrkimyoviy korroziya – metallning elektrolit muhitida yemirilishida sistema ichida elektr oqimi vujudga kelsa, bunday yemirilish elektrkimyoviy korroziyalanish deyiladi.

Elektroliz – qizdirib suyuqlantirilgan elektrolit yoki uning suvdagi eritmasi orqali elektr oqimi o'tganda sodir bo'ladigan oksidlanish – qaytarilish jarayonidir.

Elektron – elementar zarracha bo'lib, juda kichik manfiy zaryadlangan zarrachadir. Uning massasi vodorod atomining massasidan 2000 marta kichikdir.

Elektronlarning normal vaziyati – elektronlarning ma'lum kvantlangan orbita bo'ylab harakatlanishidir. Elektron ana shu orbita bo'ylab harakatlanishida o'z energiyasini yo'qotmaydi va energiya yutmaydi. Elektron yadroga eng yaqin birinchi orbatida turganda uning energiya zapasi eng oz bo'ladi. Elektronning bu vaziyati normal vaziyat deyiladi.

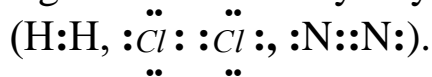
Energiyaning minimumga intilish printsipli – unga binoan, qobiqchalarning elektron bilan to'lib borishi qobiqcha energiyasining kattalashib borishi tartibida amalga oshadi.

Yadro reaksiyalari – atom yadrolarining elementar zarrachalar bilan va bir – biri bilan o'zaro ta'sirlashishi natijasida o'zgarishidir.

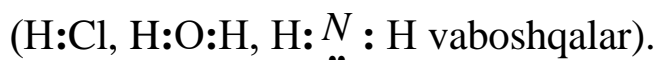
Qisqa davrli variant – bu variantda o'zaro o'xshash elementlar vertikal qatorlarga joylashgan, unda 8 ta vertikal, 10 ta gorizontal qator bor edi.

Qo‘shimcha guruhcha – katta davrlarda joylashgan oraliq elementlar qatoridir.

Qutbsiz kovalent bog‘lanish – elektmanfiyligi bir xil bo‘lgan atomlar orasida umumiy elektron juftlar hosil bo‘lishini hisobiga vujudga keladigan kovalent kimyoviy bog‘lanishdir



Qutbli kovalent bog‘lanish – elektr manfiyliklari bir – biridan oz farq qiladigan atomlar hosil qilgan kimyoviy bog‘lanishdir



Qaytar jarayon – bir sharoitning o‘zida ikki tomonga bora oladigan jarayondir boshqacha qilib aytganda, ikki tomonlama boradigan jarayon deyiladi.

Qaytmas jarayon – faqat bir yo‘nalishda boradigan va reaksiyaga kirishayotgan boshlang‘ich moddalar oxirgi mahsulotlarga to‘liq aylanadigan jarayondir. Shuning uchun bunday reaksiyalar amalda qaytmas, boshqacha aytganda, bir tomonlama boruvchi jarayonlar deb ataladi.

Qo‘sh elektr qavat – plastinka o‘z tuzi eritmasiga tushirilganda, plastinka sirtidan ionlar eritmaga o‘tib plastinka manfiy zaryadlangan, uning yaqinidagi eritma esa musbat zaryadlanadi. Natijada bunday sistemada metall plastinkasi bilan eritma orasida qarama – qarshi zaryadga ega bo‘lgan qavat hosil qilishiga sababchi bo‘lgan hodisa yuz beradi.

O‘zgarmas bosimdagi issiqlik effekti – o‘zgarmas bosimda olib borilgan reaksiyada ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik miqdoridir. U Q_p bilan belgilanadi.

O‘zgarmas hajmdagi issiqlik effekti – o‘zgarmas hajmda olib borilgan reaksiyada ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik miqdoridir. Uning issiqlik effekti Q_v bilan belgilanadi.

Xund koidasi – ayni pogonachada turgan elektronlar mumkin kadar juftlashmaslikka, ya‘ni spinlarning igindisi mumkin kadar kattalashtirilishga intiladi.

Hosil bo‘lish issligi – oddiy moddalardan bir mol birikma hosil bo‘lganida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdoridir.

Harorat koeffitsenti – harorat har 10^0C ga ko‘tarilganda rektsiya tezligining necha marta ortishini ko‘rsatuvchi sonidir.

Sifat analizi-analiz qilinayotgan ob‘ektdagi aralashmalar tarkibi va modda tarkibiga qanday element yoki ionlar kirishini aniqlaydigan

analiz.

Instrumental analiz-fizik va fizik-kimyoviy analiz metodlarini o'z ichiga olgan analiz.

Reaksiyaning sezgirligi-aniqlanayotgan modda yoki ionning eng kam miqdorini aniqlash imkoniyati.

Analizning ekspressligi-analizning tez bajarilish imkoniyati.

Tanlab taʼsir etuvchanlik-reagentning maʼlum sondagi moddalar yoki ionlar bilangina reaksiyaga kirishishi.

«**Hoʻl usul**»-analizning eritmalarda olib borilishi.

Mikrokristallokopik analiz-aniqlanadigan modda kristalinimikroskop yordamida analiz qilish.

Kolorimetrik analiz-Eritmalar ranglarini solishtirish asosida analiz.

«**Quruq usul**»-tekshirilayotgan modda va reaktivlar qattiq holatda olinib, reaksiyaqizdirish bilan amalga oshiriladigan usul.

Analitik reaksiya-moddani maʼlum bir xarakterli birikmaga aylantirishda sodir boʻladigan kimyoviy oʻzgarish.

Reagent-kimyoviy reaksiyaga sabab boʻlgan modda.

Reaksiyaning sezgirligi-ayni reaksiyaning olib borilayotganligini koʻrsatadigan aniqlanadigan modda yoki ionning minimal miqdori.

Topilish minimumi-modda yoki ionning muayyan shartsharoitlarda oʻtkazilganda topilishi mumkin boʻlgan eng kam miqdori.

Suyultirish chegarasi-minimal kontsentratsiya (topiladigan modda yoki ionning 1 massa qismiga toʻgʻri keladigan erituvchining massa miqdori).

Spetsifik reaksiyalar-oʻziga xos reaksiyalar, yaʼni ayni ion yoki molekula uchun xos reaksiyalar.

Analitik kontsentratsiya-bueritilgan moddaning umumiy kontsentratsiyasi (C).

Muvozanat kontsentratsiya-bu eritilgan modda maʼlum shaklining kontsentratsiyasi.

Aktivlik-bu effektiv kontsentratsiya (a), yaʼni eritmaning ideal eritma emasligining oʻlchovi.

Aktivlik koeffitsienti-ionning zaryadi va eritmaning ion kuchiga bogʻliq boʻlgan kattalik.

Elektrostatik kuchlar-bu zaryadlangan zarralar, yaʼni ionlar orasidagi oʻzaro taʼsir kuchlari.

Kimyoviy muvozanat-toʻgʻri va teskari reaksiyalar tezliklarining tengligi holati.

Termodinamik muvozanat konstanta K_T -reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiati va haroratga bogʻliq boʻlgan doimiy qiymat.

Kontsentratsion muvozanat konstanta K_S -reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiati, eritmaning harorati va ion kuchiga bog‘liq bo‘lgan doimiy qiymat.

SHartli muvozanat konstanta K_{SH} -reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiati, eritma harorati, ion kuchi va raqobat reaksiyaga kirishuvchi begona moddalar kontsentratsiyasiga bog‘liq bo‘lgan doimiy qiymat.

Molyar qism (γ)-ayni bir forma kontsentratsiyasi berilgan elementning eritmadagi hamma formalari kontsentratsiyalari yig‘indisining qancha qismini tashkil eishini bildiruvchi kattalik.

Ionoforlar-kristall panjarasi alohida ionlardan tuzilgan elektrolitlar.

Ionogenlar-kristall panjaraning bo‘g‘inlarida qutbli molekulalar bo‘lgan elektrolitlar.

Protolitik nazariya-eritmada zarralarning proton berishi va olishi bilan bog‘liq bo‘lgan nazariya.

Kislota yoki disprotid-proton beruvchi zarra (protolitik nazariya bo‘yicha).

Asos yoki emprotid-protonlar aktseptori, ya‘ni proton oluvchizarra (protolitik nazariya bo‘yicha).

Amfiprotlar-proton oluvchi va beruvchi zarralar (protolitik nazariya bo‘yicha).

Material balansi tenglamasi-berilgan element yoki guruhning hamma shakllari kontsentratsiyalari yig‘indisi, shu element yoki guruhining dastlabki kontsentratsiyasiga tengligidir.

Eritmaning elektroneytralligi tenglamasi-bu hamma kationlar gramm-ekvivalentlari yig‘indisining hamma anionlar gramm-ekvivalentlari yig‘indisiga tengligi.

Gidroliz-bu eritilgan tuz ionlarining suv molekulalari bilan o‘zaro ta‘sir reaksiyasi.

Gidroliz konstantasi-gidroliz jarayoni qaytar jarayon bo‘lganligi uchun u muvozanat konstantasiga ega va u gidroliz konstantasi deyiladi (K_G).

Gidroliz darajasi-gidrolizlangan ion kontsentratsiyasining shu ion umumiy kontsentratsiyasiga nisbati.

Bufer eritmalar-bu klassik nazariya bo‘yicha kuchsiz kislota va uning bir ismli tuzi yoki kuchsiz asos yoki uning bir ismli tuzi eritmali, yoki ko‘p protonli kislota tuzlari aralashmasidir.

Bufer sig‘imi-1 l bufer eritmaning pH i ko‘pi bilan bir birlikka o‘zgarishi uchun unga qo‘shish mumkin bo‘lgan muayyan

konsentratsiyali (mol/l) kuchli kislota yoki ishqorning maksimal miqdori.

Qoʻshaloq tuzlar-ikkita turli xil metall ionlari (yoki biri ammoniy) bilan kislota qoldigʻi ionlaridan tarkib topgan suvda eruvchan tuzlar.

Kompleks birikma-kompleks hosil qiluvchi musbat ionning manfiy ionlar yoki neytral molekulalar bilan koordinatlashuvidan hosil boʻlgan birikma.

Addend yoki ligand-kompleks hosil qiluvchi musbat ion bilan bogʻlanadigan manfiy ion yoki neytral molekula.

Koordinatsion son-ligandlarning kompleks birikma ichki sferasidagi musbat ion bilan bogʻlanishlar soni.

Monodentantlar-markaziy atom bilan bitta bogʻ hosil qiladigan ligandlar.

Polidentant ligandlar-markaziy atom bilan ikki va undan ortiq bogʻ hosil qiladigan ligandlar.

Xelat yoki ichki kompleks birikmalar-polidentant ligandlar bilan hosil qilingan kompleks birikmalar.

Beqarorlik konstantasi-kompleksning ionlarga ajralish (parchalanish) konstantasi.

Barqarorlik konstantasi-beqarorlik konstantasiga teskari boʻlgan kattalik.

Termodinamik barqarorlik konstantasi-moddaning tabiati va haroratga bogʻliq boʻlgan hosil boʻlish muvozanat konstantasi.

Konsentratsion barqarorlik konstantasi-modda tabiati, eritmaning harorati va ion kuchiga bogʻliq boʻlgan hosil boʻlish muvozanat konstantasi.

SHartli barqarorlik konstantasi-modda tabiati, eritmaning harorati, ion kuchiga va raqobat reaksiyasiga kirishadigan begona moddalar konsentratsiyasiga bogʻliq boʻlgan hosil boʻlish muvozanat konstantasi.

Hosil boʻlish funktsiyasi-ligandning kompleksga bogʻlangan qismi konsentratsiyasining metall ion umumiy konsentratsiyasiga nisbati.

Organik reagent-tarkibida metall ion bilan kompleks hosil qiluvchi bitta yoki bir necha funktsional guruh tutgan organik birikma.

Xelat effekti-polidentant ligandning metall ion bilan bir yoki bir necha halqali kompleks birikma hosil qilishi. Bunda kompleks birikmaning barqarorligi halqalar soni ortishi bilan ortadi.

Ligandning dentantligi-organik reagentning metall ion bilan hosil qilgan bogʻlarning umumiy soni.

Neytral xelatlar-tashqi sferasi boʻlmagan kompleks birikmalar.

Analogiya nazariyasi-bu ayrim tur organik reagentlar ta'sir bilan suv, ammiak, H_2S kabi anorganik birikmalar ta'sirida o'xshashlikning kuzatilishi.

Oksidlovchi-elektron qabul qiladigan zarracha.

Qaytaruvchi-elektron beradigan zarracha.

Elektr yurituvchi kuch (E.Yu.K.)-berilgan qaytaruvchi elektronlarining berilgan oksidlovchiga o'ta olish qobiliyati.

Elektrod potentsiali-berilgan elektrod va standart vodoroddan tuzilgan elementning elektr yurituvchi kuchi.

Galvanik element-har bir yarim reaksiyaning komponentlarini alohida idishlarga joylashtirib, tuz ko'prigi bilan tutashtirilgan, har bir idishdagi eritmaga inert elektrodlar tushirilgan sistema.

Formal potentsial-reaksiyalarda ishtirok etgan barcha zarralar konsentratsiyasi 1 mol/l bo'lgan sistemani xarakterlaydi.

Redoks sistema-oksidlanish-qaytarilish sistemasi.

Standart potentsial-yarim reaksiyaning hamma ishtirokchilari standart holatda bo'lgan (aktivliklari 1 ga teng bo'lganda), ya'ni eritilgan moddalar gipotetik 1 molyar bo'lgandagi sistemaning potentsiali.

Yarim element-berilgan moddaning oksidlangan va qaytarilgan shakllari sistemasi.

Redoks juft-oksidlanish-qaytarilish jufti.

Eruvchanlik ko'paytmasi-qiyin eruvchan elektrolitning to'yingan eritmasidagi ionlar aktivligining ko'paytmasi o'zgarmas haroratda doimiy miqdordir.

Termodinamik eruvchanlik ko'paytmasi-o'zgarmas haroratda qiyin eruvchan elektrolitning to'yingan eritmasidagi ionlar aktivligining ko'paytmasi.

Konsentratsion eruvchanlik ko'paytmasi-o'zgarmas haroratda qiyin eruvchan birikma hosil qiluvchi ionlar muvozanat konsentratsiyalari ko'paytmasi.

Geterogen sistema-ikki va undan ortiq jinsli sistema.

Faza-geterogen sistemaning bir-biridan chegara sirtlar bilan ajralgan ayrim qismlari.

Cho'kmaning tushish sharoiti-bu berilgan eritmada qiyin eruvchan birikma eruvchanlik ko'paytmasining jadvaldagi qiymatidan katta bo'lishi.

Tuz effekti-qiyin eruvchan birikmalar eruvchanligiga begona ismli ionlar ta'siri.

Kam eruvchan birikma to'la dissotsilanmagandagi eruvchanlik ko'paytma-kam eruvchan birikma erigan qismining dissotsilanmagan holda bo'lgandagi eruvchanlik ko'paytma.

Shartli eruvchanlik ko'paytma (EK)-kam eruvchan birikma kationi hamma shakllari yig'indi konsentratsiyalarining shu birikma anioni hamma shakllari yig'indi konsentratsiyalari ko'paytmasi.

Gomogen sistema-bir jinsli sistema.

α -koeffitsient-yonaki reaksiya koeffitsienti (yonaki reaksiyalarning EK ga ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsient).

Ekspress analiz-tez bajarilishi kerak bo'lgan analiz

Vizual metod-asboblardan foydalanmay ko'z bilan ko'rib natija olish

Gravimetrik analiz-analizlanuvchi moddani tarozida tortib,uning massasini aniqlash

Absolyut xato-aniqlanayotgan moddaning xaqiqiy qiymati bilan analizda olingan natijaning farqi.

Nisbiy xato-absolyut xatoning qiymatini aniqlanayotgan moddaning haqiqiy qiymatiga nisbati.

Tortim-analiz uchun tarozida aniq tortib olingan namunaning miqdori.

Suyuqlantirish-analizga olingan modda kislota yoki asoslardaerimasa ba'zi quruq tuzlar yordamida qizdirib, eriydigan holda keltirilishi.

Kristall cho'kma-aniq shaklga ega bo'lgan moddaning agregat xolati

Amorf cho'kma-aniq shaklga ega bo'lmagan moddaning agregat xolati

Cho'ktirish shakli-cho'kmani cho'ktirilgan shakli

Tortish shakli-cho'kmani tarozida tortiladigan shakli

Agregatlanish tezligi-modda cho'ktirilayotganda zarrachalarning betartib xolda cho'kmaga tushish tezligi.

Oriyentatsiya tezligi-cho'kmaga tushgan zarrachalarning tartib bilan joylashish tezligi.

Birgalashib cho'kish-bir modda cho'kayotgan vaqtda eritmada qolishi kerak bo'lgan begona ionning mexanik ravishda qo'shib cho'kishi.

Adsorbtsiya-begona ionlarning cho'kmaning sathiga joylashib olishi, cho'kmaning ifloslanishi.

Okklyuziya-cho'kmaning tushish jarayonida va yetilayotganida kristall panjara orasidagi bo'shliqlarga begona ionlarning kirib qolishi.

Izomorfizm-kimyoviy formulasi o'xshash bo'lib, bir xil geometrik shaklda kristallanuvchi va radiuslari bir-biriga yaqin bo'lgan ionlarda birining o'rmini ikkinchisi egallab olishi.

Fiksanal - Qattiq yoki eritma holdagi, aniq o'lchangan, ampulaga solib kavsharlab qo'yilgan reaktiv. Undan turli konsentratsiyadagi standart eritmalar tayyorlanadi.

Standart eritma -konsentratsiyasi aniq bo'lgan eritma.

Alikvot qism -analiz uchun aniq o'lchab olingan eritmaning hajmi.

Titrlash-konsentratsiyasi aniq bo'lgan eritmani ikkinchi eritmaga byuretkada yordamida asta-sekin qo'shib borish jarayoni.

Ekvivalent - kislota asosli titrlashda bir vodorod ioni bilan birikadigan yoki reaksiya davomida u bilan o'rin almashadigan shartli zarracha miqdori. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida esa, bir elektron biriktirib oluvchi yoki uni chiqaruvchi shartli zarracha miqdori.

Gramm-ekvivalent-ekvivalentga teng bo'lgan grammlar soni.

Titr-1 ml eritmada erigan moddaning gramm miqdori.

Indikator-eritmaning muhitini aniqlovchi yoki titrlash vaqtida o'z rangini o'zgartirib, reaksiyaning oxiriga borganligidan xabar beruvchi kimyoviy modda.

Titrlash ko'rsatkichi(pT)-indikatorning qo'llanilishi mumkin bo'lgan eng qulay rNni aniqlovchi ko'rsatkich.

Xromofor-indikator tarkibida mavjud bo'lgan va rang hosil qiluvchi analitik guruhlar.

Auksoxrom-tarkibida xromofor guruhi bo'lgan organik birikmalarga rangni yanada qyuqlashtiruvchi guruhlar (-OH, -NH₂, -NHR, -NR₂).

Titrlash egrisi-titrlash vaqtida eritmaning rNni o'zgarib borishining grafik ifodasi.

Titrlash sakramasi-titrlash egrisining keskin o'zgarish sohasi.

Vodorod xato-kislota-asosli titrlashda oxirgi nuqtada indikatorning rangi o'zgarganda ortib qolan kuchli kislotaning miqdori.

Gidroksil xato- kislota-asosli titrlashda oxirgi nuqtada indikatorning rangi o'zgarganda ortib qolan ishqorning miqdori.

Kislota xatosi-titrlashda ekvivalent nuqtada ortib qolgan kuchsiz kislotaning miqdori.

Asos xatosi (MeOH)- titrlashda ekvivalent nuqtada ortib qolgan asosning miqdori.

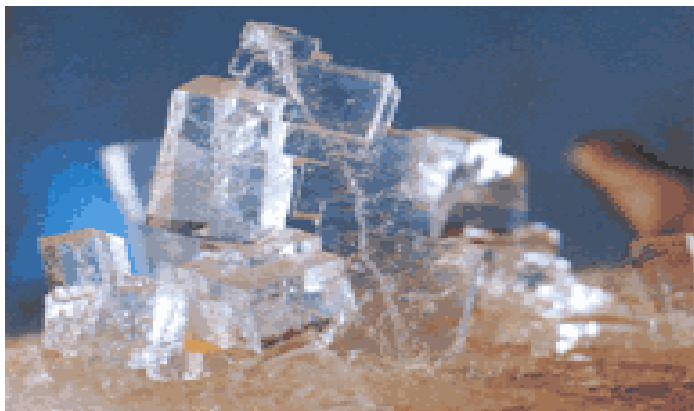
Komplekson-Titrimetrik analizda ko'p ishlatiladigan aminopolikarbon kislotalarning hosilalari.

Komplekson III-etilendiamintetraatsetat kislotasining dinatriyli tuzi. Trilon-B deb ham ataladi.

Argentometriya, merkurometriya, rodanometriya-Titrlab cho'ktirish metodlarining nomlari.

Fluorestsein, Eozin, Difenilkarbazon-titrlab cho'ktirish metodlarida ishlatiladigan indikatorlar.

ILOVALAR



NOORGANIK KIMYO

TABIATDA TARQALISHI

Kislorod yer yuzida eng ko'p tarqalgan element. U yer qobig'i masasining deyarli yarmi, 49 % ni tashkil etadi. Kislorod 1400 dan ziyod minerallar tarkibida mavjud. Suv, atmosfera, oqsillar, yog'lar va uglevodlar xamda tirik organizmlar tarkibiga kiradi.

1 - kislorod 49%
 2 - kislotali 7%
 3 - misli 5%
 4 - kislotali 4%
 5 - suvli 2%
 6 - kisli 2%
 7 - kisli 2%
 8 - kislorod 1%
 9 - oqsillari 2%
 10 - qolganlari 20%

Кислород в природе

- Атмосферада 21 %
- Гидросферада 86 %
- Датмосферада 4% %
- Жизнь организмов 9%

Состав воздуха (обыкновенный состав воздуха)

- Азот 78,09 %
- Кислород 20,95 %
- Аргон 0,93 %
- Углекислый газ 0,03%

NOORGANIK KIMYO

TARIXI

Karl Vilgelm Sheele – 1772 yil KNO_3 ni qizdirib olgan.

Jozef Priestli HgO ni parchalab olgan. Kislorod so'zi fransuz olimi **A.L.Lavuaze** tomonidan 1775 yilda fanga kiritilgan va grekcha "kislota xosil qiluvchi" ma'nosini bildiradi. U kislorodni yonish nazariyasini yaratgan.

NOORGANIK KIMYO **OZON QATLAMI**

Стратосфера
10 to 50 km
Озоновый слой
0 to 10 km
Тропосфера
Морской уровень

Ультрафиолет

фреон

Oct 1980 Oct 1981 Oct 1982 Oct 1983 Oct 1984 Oct 1985
Oct 1986 Oct 1987 Oct 1988 Oct 1989 Oct 1990 Oct 1991

NOORGANIK KIMYO

Строение атома серы:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$$

Краткая электронная запись: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

Валентная электронная запись: $3s^2 3p^4$

1s 2s 2p 3s 3p 3d

1s 2s 2p 3s 3p 3d 4s 4p 4d 4f 5s 5p 5d 5f 6s 6p 6d 6f 7s 7p 7d 7f 8s 8p 8d 8f 9s 9p 9d 9f

Олtingugurt yer yuzi massasining 0,0048 % ni tashkil etadi. U sulfidlar (pint) va sulfatlar (gips, bant) shaklida uchraydi. Oltingugurtning ko'plab birikmalari neftda (C₄H₄S) va neft gazlari tarkibida bo'ladi.

Пирит
Химическая формула: FeS₂
Молекулярная масса: 119,97
Плотность: 4,96 г/см³
Температура плавления: 1193 °C
Температура кипения: 1538 °C
Точка кипения: 1538 °C
Точка плавления: 1193 °C
Точка кипения: 1538 °C
Точка плавления: 1193 °C
Точка кипения: 1538 °C

NOORGANIK KIMYO **ALLATROPIYASI**

0,206 нм
108°

Р, атм
Т, °C
S(ромб.), S(ж.), S(к.), S(мон.), S(п.), 95,5 °C, 120 °C

КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ		ПЛАСТИЧЕСКАЯ
ромбическая	моноклинная	
Легко-желтый кристаллы	Темно-желтые кристаллы	Резинообразная масса темно-коричневого цвета

NOORGANIK KIMYO **AZOT VA UNING BIRIKMALARI**

15 Р. РОССИЯ ВОСХОД 2009

ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ
I II III IV V VI VII
1 H He 2
3 Li Be 4
5 Na Mg 6
7 K Ca 8
9 Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr
10 Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe
11 Rb Sr Yt Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn
12 Cs Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu
13 Fr Ra Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr

Д.И. МЕНДЕЛЕЕВ 1834-1907

NOORGANIK KIMYO **AZOTNING ELEKTRON KONFIGURATSIIYASI VA FIZIK XOSSALARI**

$1s^2 2s^2 2p^3$

Rangsiz, hidsiz va ta'amsiz.
Suvda yomon eriydi.
N₂ (disso. ener = 940 kJ * mol⁻¹)

T_{qot}^o = -210 °C
T_{qay}^o = -196 °C
T_{suuqay}^o = -149 °C

NOORGANIK KIMYO **SANOATDA OLINISHI:**

Схема получения азотной кислоты

Воздух -> Сжижение воздуха -> Дистилляция -> Фракционирование -> Азот

Сжиженный воздух

FAN DASTURI

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
KIMYO KAFEDRASI**



**NOORGANIK MODDALAR OLINISHINING NAZARIY
ASOSLARI FANING MUVAQQAT O'QUV DASTURI**

Bilim sohasi: 500000 – Tabiiy fanlar, matematika va statistika
Ta'lim sohasi: 530000 – Fizikaga oid fanlar
Magistratura yo'nalishi: 70530101 – Kimyo (fan yo'nalishlari bo'yicha)

NAMANGAN – 2021

Fan/Modul kodi MNAN2315	O'quv yili 2021-2022	Semestr 2	ECST-Kreditlar 5	
Fan/Modul turi Tanlov	Ta'lim tili O'zbek		Xaftadagi dars soatlari 4	
1	Fanning nomi	Auditoriya mashg'ulotlari (soat)	Mustaqil ta'lim (soat)	Jami yuklama (soat)
	Noorganik moddalar olishning nazariy asoslari	60	90	150

1.Fanning mazmuni

Fanning mazmuni. Noorganik birikmalar sintezi reaksiyani nafaqat “uslubiyot” bo‘yicha o‘tkazish malakasini, balki kerakli mahsulot hosil bo‘ladigan reaksiyaning borish imkoniyatlarini oldindan baholash malakasini ham talab etadi. Reaksiyaning borish imkoniyatiga oid masalalarni echish uchun, birinchi nav-batda, umumiy jarayonni amalga oshiruvchi miqdoriy parametrlarga tayanmoq zarur. Shunday parametrlardan biri Gibbs energiyasining (izobar-izoxorik potensialning) o‘zgarishi hisoblanadi. Shu sababli termodinamika qonun-lari kimyoviy reaksiyaning kutiladigan natijalari hamda muvozanat holati to‘g‘risida xulosa chiqarishga imkon beradi. Lekin ular bunday natijaga qancha vaqtda erishib bo‘ladi degan savolga javob bermaydi. Amaliyot uchun juda muhim bo‘lgan kattalik – vaqt – oddiy termodinamik tushunchalarda o‘z aksini topmaydi.

Kimyogar-sintetiklarni esa muvozanat konstantasi bilan belgilanadigan reaksiya mahsulotlarining unumi emas, mahsulotning vaqt birligidagi unumi ko‘proq qiziqtirib, u nafaqat termodinamik qonuniyatlar bilan, balki reaksiyaning kinetik parametrlari bilan ham aniqlanadi. Shuning uchun noorganik birikmalar sintezining muayyan metodlarini ko‘rib chiqishdan oldin, jarayonning borish imkoniyatlarini baholashga imkon beruvchi termo-dinamik tushunchalar hamda jarayon mexanizmini belgilovchi kinetik faktorlarni eslatib o‘tish lozim.

II. Asosiy nazariy qism(ma‘ruza mashg‘ulotlari)

II.I. Fan tarkibiga quyidagi mavzular kiradi:

1-mavzu. Reaksiyalarning borish imkoniyatlarini belgilovchi faktorlar.

Tabiiy va ishlab chiqarish jarayonlarida kimyoviy kinetikaning o'rnini yoritish, kimyoviy kinetika nazariyasining asosiy vazifasini shakllantirish, kimyoviy kinetikaning qo'llanilish sohasini aniqlash, uning struktur elementlari va tushunchalarini bayon etish.

2-mavzu. Reaksiyalarning tartibi va molekulyarligi bo'yicha tabaqalanish

Reaksiyalarning tartibi va molekulyarligi . Noorganik birikmalarning gaz fazadagi sintezi. Geterogen-katalitik reaksiyalar.

3-mavzu Noorganik birikmalarning suyuq va qattiq fazadagi sintezi.

Noorganik birikmalarning suyuq fazadagi sintezi. Nisbiy solvatlanish va tuz effektlari. Noorganik birikmalarning qattiq fazadagi sintezi.

4-mavzu. Metallarning umumiy olinish usullari

Metallarni oksidlar va tuzlardan qaytarish. Metallarni eritmalar va suyuqlanmalarni elektroliz qilib olish. Metallarni galogenidlar va boshqa birikmalarni termik parchalab olish.

5-mavzu. Metallmaslarning umumiy olinish usullari

Metallmaslarni tuzlar va kislotalarning eritmaları hamda suyuqlanmalarini elektroliz qilib olish. Oksidlanish-qaytarilish muhitida metallmaslar sintezi. standart oksidlanish potentsiallari. Sintez

6-mavzu. Metallar va metallmaslar oksidlarining sintezi

Oksidlarni ularning birikmalarini termik parchalab olish. Quyi va oraliq oksidlarning olinishi. elementni yoki quyi oksidni yuqori haroratda tegishli oksidlovchilar bilan oksidlash. yuqori oksidni yuqori haroratda vodorod yoki uglerod monooksid bilan qaytarish. metall oksidni shu oksid tarkibiga kirgan metall bilan qaytarish

7-mavzu. Metallar va metallmaslar galogenidlarining sintezi

Metallar va metallmaslarga galogenlar ta'sir ettirib galogenidlarni olish. Oksidlarga galogenlar ta'sir ettirib galogenidlarni olish. Quyi galogenidlarning olinishi.

8-mavzu. Gidridlar sintezi

Metall kationlari va gidrid-ionni saqlagan ionli yoki tuzsimon gidridlar. vodorodi metall bog'lanish orqali bog'langan metall gidridlar. kovalentli gidridlar

9-mavzu. Karbidlar va nitridlar sintezi

Davriy sistemaning asosan I, II va III gramma elementlari hosil qi-ladigan tuzsimon birikmalar. atomining tashqi pog'onasi r -elektronlarga ega

bo'lgan metallar va metallmaslarning (bor, kremniy, germaniy va hokazo) azot yoki uglerod bilan hosil qiladigan kovalentli birikmalari. tugallanmagan ichki *d*- va *f*-elektron qobiqlarni saqlagan qo'shimcha gruppalar metallari hosil qiladigan metallsimon birikmalar

10-mavzu. Xalkogenidlar sintezi

Oltinugurt, selen va tellur hosilalari. kovalent bog'lanishli guruhlar. polisulfid, poliselenid. sulfidli fazalar olish. oksidlar bilan sulfidlar aralashmasining karbotermik qaytarilishi

11-mavzu . Metallar karbonilarining sintezi. Suvsiz nitratlar sintezi

Yuqori bosim va haroratda metallarga uglerod monooksidni ta'sir ettirish. Yuqori harorat va bosimda metallarning galogenidlari yoki sul-fatlariga uglerod monooksidni ta'sir ettirish. suvsiz nitratlarning fizik xossalari va kimyoviy faolligi tegishli kristallogidratlarning xossalaridan keskin farq qilishi.

12-mavzu. Kislородli kislotalar sintezi. Kislородli kislotalar tuzlarining sintezi

Sulfat, nitrat, fosfat, borat, silikat, perxloratkislotalar. perkislotalar olish. Tiokislotalar. Metallar oksidlari yoki gidroksidlariga kislota ta'sir ettirish. Tuzlarning eritmalarida almashinish reaksiyalari. Metallarga kislotalarning ta'siri. Tuzlarga kislotalar ta'siri. Yuqori haroratda oksidlarning o'zaro ta'siri.

13-mavzu. Gidroksidlar sintezi. Komleks birikmalar sintezi

Oksidga suv bilan ishlov berib, gidroksid sintezi amalga oshirish. tegishli metallarning ishqoriy tuzli eritmalaridan cho'ktirish.

Geteropolibirikmalar. Geteropolikislotalar sintezi

14-mavzu. Moddalarni asosiy tozalash metodlari. Kristallash

Bo'lib-bo'lib kristallash. Kristallizasion kolonna metodi bilan tozalash. Zonali qayta kristallash.

15-mavzu. Tozalashning kimyoviy metodlari. Ekstraksiya

Kimyoviy metod. Reaksiya tezliklarining farqiga asoslangan tozalash usuli. Kimyoviy transport reaksiyalar metodi.

3.Laboratoriya mashg'ulotlar

Laboratoriya ishlari magistrlarda noorganik moddalar sintezining nazariy asoslari haqida asosiy qonuniyatlarini bilishi, analiz usuli to'g'ri tanlashni bilish, olingan natijalarni qayta hisoblash ya'ni olingan bilimlari bo'yicha amaliy ko'nikma va malaka hosil qiladilar.

Laboratoriya mavzulari

1.Litiy, natriy, kaliy, mis, kumush birikmalari sintezi.

- 2.Kalsiy, stronsiy, bariy, rux, kadmiy, simob birikmalari sintezi.
- 3.Bo`r, alyuminiy, birikmalari sintezi.
- 4.Qalay, qo`rg`oshin birikmalari sintezi.
- 5.Azot, Fosfor, Surma, Vismut birikmalari sintezi.
- 6.Oltinugurt, Xrom, Molibden birikmalari sintezi.
- 7.Xlor, Brom, Yod, Marganest birikmalari sintezi.
- 8.Temir, kobalt, nikel birikmalari sintezi.
- 9.Xloroformning olinishi, Bor (III)-bromidning olinishi, Kaliy xlorat sintezi.
- 10.Kaliy peroksodisulfat sintezi, Yod (III)-xlorid sintezi, Suvsiz dioksovanadiy nitrat sintezi.
- 11.Sulfuril xlorid sintezi, Absolyut spirt muhitida marganest xlorid sintezi, Absolyut spirt muhitida kobalt xlorid sintezi.
- 12.Suvsiz gidrazin sintezi, Nitrozil sulfat (nitrozoni gidrosulfat) sintezi, Kremniy tetraxlorid sintezi.
- 13.Absolyut spirt muhitida nikel xlorid sintezi, Fosfor (III)-bromid sintezi, Fosfor (V)-xloroksid sintezi.
- 14.Tionil xlorid sintezi. Absolyut spirt muhitida magniy xlorid sintezi. Gidrazin sulfat sintezi
- 15.Surma (III)-yodid sintezi. Qalay (IV)-yodid sintezi. Natriy gidrosulfid sintezi.

4.Mustaqil ta`lim

–Noorganik moddalar sintezining nazariy asoslari|| fanini o`rganuvchi magistrlar auditoriyada olgan nazariy bilimlarini mustahkamlash va amaliy masalalarni yechish ko`nikmasini hosil qilish uchun mustaqil ta`lim tizimiga asoslanib mustaqil ish bajaradilar. Bunda ular asosiy va qo`shimcha adabiyotlarni o`rganib hamda internet saytlaridan foydalanib referatlar va ilmiy dokladlar tayyorlaydilar, laboratoriya mashg`ulotlari mavzusiga doir uy vazifalarini bajaradilar.

Mustaqil ta`lim uchun tavsiya etiladigan mavzular

- 1.Kimyoviy kinetikaning qo`llanilish sohasini aniqlash.
- 2.Reaktsiyalarning tartibi va molekulyarligi. Muvozanat konstantasini hisoblashda reaksiyaning standart holatdagi ental`piya va entropiyasining qiymatlaridan foydalanish.
- 3.Metallarni galogenidlar va boshqa birikmalarni termik parchalab olish.

4. d-metallarni sintezi
5. Inert gazlar
6. Galogenlarni tabiatda tarqalishi va olinishi
7. Xalkogenlarni sintezi
8. Gzsimon gidridlarni xossasi
9. Karbitlar sintezi
10. Nitridlar xossasi

Fan o'qitilishining natijalari (shakllanadigan kompetensiyalar)

Fanni o'zlashtirish natijasida talaba:

Noorganik moddalar sintezining nazariy asoslari fanining hozirgi zamon holati, uning rivojlanish yo'llari, kimyoviy elementlar va ular birikmalarining xossalari, yangi xossalarga ega bo'lgan moddalarni sintez qilishda nazariy kimyo qonuniyatlarini qo'llashni bilish va ulardan foydalana olish, hozirgi zamon modda tuzilishi haqida ma'lumotlar, kimyoviy bog'lanish turlari va tabiati to'g'risida ***tasavvurga ega bo'lishi;***

- Noorganik moddalar sintezi kimyoning nazariy asoslarini, kimyoviy qonunlar, tushunchalar, kimyoviy elementlarning xossalari, elementlarning yer kobig'idagi tarqalganligi va taqsimlanganligi muammolari, elementlar va ular birikmalarining amaliy ahamiyatini ***bilishi va ulardan foydalana olishi;***

Talaba kimyoviy hodisa va jarayonlarni tahlil qilish usullarini qo'llash, kimyoviy muammolar bo'yicha echimlar qabul qilish, turli xil konsentratsiyali eritmalarini tayyorlash, noorganik birikmalarni sintez qilish, ularni ajratib olish, tozalash va tadqiqot qilish; ma'lum usullardan foydalanib tajribalar o'tkazish, mavzularga oid masalalarni ishlash ***ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.***

Ta'lim texnologiyalari va metodlari:

- ✓ ma'ruzalar;
- ✓ interfaol keys-stadilar;
- ✓ mantiqiy fikrlash, tezkor savol-javoblar;
- ✓ guruhlarda ishlash;
- ✓ taqdimotlarni tayyorlash;
- ✓ individual loyihalar;
- ✓ jamoa bo'lib ishlash va ximoya qilish uchun loyihalar

. Kreditlarni olish uchun talabalar:

Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtirish, tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil mushohada yuritish va joriy oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazorat bo'yicha yozma ishni

Asosiy adabiyotlar

1. Еремин Э.М. Основы химической термодинамики. - М.: Высшая школа, 1978, 391 с.
2. Эммануель Н.М., Кнорре Г.Д. Курс химической кинетики. - М.: Высшая школа, 1984, 463 с.
3. Пинаев Г.Ф., Печковский В.В. Основы теории химико-технологических процессов. Минск, 1973. 334 с.
4. Розовский А.Я. Гетерогенные каталитические реакции. - М.: Наука, 1980, 323
5. Розовский А.Я. Кинетика топохимических реакций. - М.: Наука, 1974, 243 с.
6. Бек М. Химия равновесных реакций комплексообразования. Пер. с англ. - М.: Мир, 1973, 360 с.
7. Баянов Л.П. Термодинамика взаимодействия редкоземельных металлов с элементами Периодической системы. - «Успехи химии», 1975, т. 49, № 2, с. 236-259.

Qo`shimcha adabiyotlar

1. Ключников Н.Г. Руководство по неорганическому синтезу. - М.: Просвещение, 1965, 315 с.
2. Ключников Н.Г. Неорганический синтез. - М.: Просвещение, 1988, 240 с.
3. Лукс Г. Экспериментальные методы в неорганической химии. Пер. с нем. - М.: Мир, 1965, 590 с.
4. Халкогениды. Свойства, методы получения и применения. Сб. статей под ред. Г.В. Самсонова. Киев, 1967, 340 с.
5. Маккей К. Водородные соединения металлов. Пер. с англ. - М.: Мир, 1968, 244 с.
6. Корбетт Д. Галогениды металлов в низших состояниях окисления. - В кн.: Синтезы неорганических соединений. Т. ИИИ. Пер. с англ. - М.: Химия, 1970, с. 315-2.
7. Эдисон Г., Логан Н. Безводные нитраты металлов. - В кн.: Синтезы неорганических соединений. Т. II. Пер. с англ. - М.: Химия, 1966, с. 112-141.
8. Казанский Л.П., Торченкова Э.А., Спицин В.И. Структурные принципы в химии гетерополисоединений. - «Успехи химии», 1974, т. 48, № 7, с. 1137-1159.
9. Пфанн В. Зонная плавка. Пер. с англ. - М.: Мир, 1970, 253 с.
10. Алдерс Л. Жидкостная экстракция. Пер. с англ. - М.: Мир, 1957,

216 с.

11. Шефер Г. Химические транспортные реакции. Пер. с англ. - М.: Мир, 1964, 312 с.

12. Амфлетт Ч. Неорганические иониты. Пер. с англ. - М.: Наука, 1966, 188 с.

13. Гелферих Ф. Иониты. Основы ионного обмена. Пер. с нем. - М.: ИЛ, 1962,

14. Парр Н. Д. Зонная очистка и техника. Пер. с англ. - М.: Мир, 1962, 311 с.

15. Якимов М.А. Основы неорганического синтеза. - Л.: Изд-во Ленинград-ского ун-та, 1978, 136 с.

16. Практикум по неорганической химии./Под ред. В.П.Зломанова, - М.: Изд-во МГУ, 1994, 220 с.

17. Руководство по неорганическому синтезу. В 6-ти томах. Пер. с нем./Под ред. Г. Брауера. - М.: Мир, 1985 - 1986.

18. Алешин В.А., Дунаева К.М, Субботина Н.А. Неорганические синтезы. - М.: Изд-во МГУ, 2001, 74 с.

19. Синтезы неорганических соединений. В 3-х томах/Под ред. У. Джолли. Пер. с англ. - М.: Мир. Т. 1, 1966; т. 2, 1967; т. 3, 1979.

Axborot manbalari

1. <http://www.chem.msu.ru>

2. <http://www.rushim.ru>

3. <http://www.Ziyo.net>

Fanning muvaqqat o'quv dasturi NamDU Kengashining 2021 yil 28-avgustdagi 1-sonli yig'ilishi bilan tasdiqlangan

Fan /Modul uchun mas'ul:

Y.R.Toshmatov – NamDU, Noorganik kimyo kafedراسи dotsenti,
kimyo fanlari nomzodi

Taqrizchi:

O.G.Abdullayev – NamDU, Noorganik kimyo kafedراسи dotsenti,
kimyo fanlari nomzodi

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLYI VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI**

«TASDIQLAYMAN»
O‘quv ishlari bo‘yicha prorektor
_____ D.Xolmatov
«___»_____ 2023 yil

**NOORGANIK MODDALAR OLINISHINING NAZARIY
ASOSLARI
FANINING**

O„QUV DASTURI

Bilim sohasi: 500000-Tabiiy fanlar, matematika va statistika
Ta‘lim sohasi: 530000-Fizikaga oid fanlar
Ta‘lim yo‘nalishi: 70530101-Kimyofan yo‘nalishi bo‘yicha

Namangan – 2023

Fan/Modul kodi MNAN2315		O"quv yili 2023-2024	Semestr 2	ECST-Kreditlar 7	
Fan/Modul turi Tanlov		Ta"lim tili O'zbek		Xaftadagi dars soatlari 4	
1	Fanning nomi	Auditoriya mashg'ulotlari (soat)	Mustaqil ta"lim (soat)	Jami yuklama (soat)	
	Noorganik moddalar olishning nazariy asoslari	90	120	210	

1. Fanning mazmuni

Fanning mazmuni. Noorganik birikmalar sintezi reaksiyani nafaqat –uslubiyotll bo'yicha o'tkazish malakasini, balki kerakli mahsulot hosil bo'ladigan reaksiyaning borish imkoniyatlarini oldindan baholash malakasini ham talab etadi. Reaksiyaning borish imkoniyatiga oid masalalarni echish uchun, birinchi nav-batda, umumiy jarayonni amalga oshiruvchi miqdoriy parametrlarga tayanmoq zarur. Shunday parametrlardan biri Gibbs energiyasining (izobar-izoxorik potensialning) o'zgarishi hisoblanadi. Shu sababli termodinamika qonun-lari kimyoviy reaksiyaning kutiladigan natijalari hamda muvozanat holati to'g'risida xulosa chiqarishga imkon beradi. Lekin ular bunday natijaga qancha vaqtda erishib bo'ladi degan savolga javob bermaydi. Amaliyot uchun juda muhim bo'lgan kattalik – vaqt – oddiy termodinamik tushunchalarda o'z aksini topmaydi.

Kimyogar-sintetiklarni esa muvozanat konstantasi bilan belgilanadigan reaksiya mahsulotlarining unumi emas, mahsulotning vaqt birligidagi unumi ko'proq qiziqtirib, u nafaqat termodinamik qonuniyatlar bilan, balki reaksiyaning kinetik parametrlari bilan ham aniqlanadi. Shuning uchun noorganik birikmalar sintezining muayyan metodlarini ko'rib chiqishdan oldin, jarayonning borish imkoniyatlarini baholashga imkon beruvchi termodinamik tushunchalar hamda jarayon mexanizmini belgilovchi kinetik faktorlarni eslatib o'tish lozim.

II. Asosiy nazariy qism(ma"ruza mashg"ulotlari)

II.I. Fan tarkibiga quyidagi mavzular kiradi:

1-mavzu. Reaksiyalarning borish imkoniyatlarini belgilovchi faktorlar.

Tabiiy va ishlab chiqarish jarayonlarida kimyoviy kinetikaning o'rnini yoritish, kimyoviy kinetika nazariyasining asosiy vazifasini shakllantirish, kimyoviy kinetikaning qo'llanilish sohasini aniqlash, uning struktur elementlari va tushunchalarini bayon etish.

2-mavzu. Reaksiyalarning tartibi va molekulyarligi bo'yicha tabaqalanish

Reaksiyalarning tartibi va molekulyarligi. Noorganik birikmalarning gaz fazadagi sintezi. Geterogen-katalitik reaksiyalar.

3-mavzu Noorganik birikmalarning suyuq va qattiq fazadagi sintezi.

Noorganik birikmalarning suyuq fazadagi sintezi. Nisbiy solvatlanish va tuz effektlari. Noorganik birikmalarning qattiq fazadagi sintezi.

4-mavzu. Metallarning umumiy olinish usullari

Metallarni oksidlar va tuzlardan qaytarish. Metallarni eritmalar va suyuqlanmalarni elektroliz qilib olish. Metallarni galogenidlar va boshqa birikmalarni termik parchalab olish.

5-mavzu. Metallmaslarning umumiy olinish usullari

Metallmaslarni tuzlar va kislotalarning eritmaları hamda suyuqlanmalarini elektroliz qilib olish. Oksidlanish-qaytarilish muhitida metallmaslar sintezi. standart oksidlanish potensiallari. Sintez

6-mavzu. Metallar va metallmaslar oksidlarining sintezi

Oksidlarni ularning birikmalarini termik parchalab olish. Quyi va oraliq oksidlarning olinishi. Elementni yoki quyiroq oksidni yuqori haroratda tegishli oksidlovchilar bilan oksidlash. yuqori oksidni yuqori haroratda vodorod yoki uglerod monoooksid bilan qaytarish. metall oksidni shu oksid tarkibiga kirgan metall bilan qaytarish

7-mavzu. Metallar va metallmaslar galogenidlarining sintezi

Metallar va metallmaslarga galogenlar ta'sir ettirib galogenidlarni olish. Oksidlarga galogenlar ta'sir ettirib galogenidlarni olish. Quyi galogenidlarning olinishi.

8-mavzu. Gidridlar sintezi

Metall kationlari va gidrid-ionni saqlagan ionli yoki tuzsimon gidridlar. vodorodi metall bog'lanish orqali bog'langan metall gidridlar. kovalentli gidridlar

9-mavzu. Karbidlar va nitridlar sintezi

Davriy sistemaning asosan I, II va III gruppada elementlari hosil qi-ladigan tuzsimon birikmalar. atomining tashqi pog'onasi *r*-elektronlarga ega bo'lgan metallar va metallmaslarning (bor, kremniy, germaniy va hokazo) azot yoki uglerod bilan hosil qiladigan kovalentli birikmalari. tugallanmagan ichki *d*- va *f*-elektron qobiqlarni saqlagan qo'shimcha gruppada metallari hosil qiladigan metallsimon birikmalar

10-mavzu. Xalkogenidlar sintezi

Oltinugurt, selen va tellur hosilalari. kovalent bog'lanishli guruhlar. polisulfid, poliselenid. sulfidli fazalar olish. oksidlar bilan sulfidlar aralashmasining karbotermik qaytarilishi

11-mavzu . Metallar karbonilarining sintezi. Suvsiz nitratlar sintezi

Yuqori bosim va haroratda metallarga uglerod monooksidni ta'sir ettirish. Yuqori harorat va bosimda metallarning galogenidlari yoki sul-fatlariga uglerod monooksidni ta'sir ettirish. suvsiz nitratlarning fizik xossalari va kimyoviy faolligi tegishli kristallogidratlarning xossalaridan keskin farq qilishi.

12-mavzu. Kislородli kislotalar sintezi. Kislородli kislotalar tuzlarining sintezi

Sulfat, nitrat, fosfat, borat, silikat, perxloratkislotalar. perkislotalar olish. Tiokislotalar. Metallar oksidlari yoki gidroksidlariga kislota ta'sir ettirish. Tuzlarning eritmalarida almashinish reaksiyalari. Metallarga kislotalarning ta'siri. Tuzlarga kislotalar ta'siri. Yuqori haroratda oksidlarning o'zaro ta'siri.

13-mavzu. Gidroksidlar sintezi. Komleks birikmalar sintezi

Oksidga suv bilan ishlov berib, gidroksid sintezi amalga oshirish. tegishli metallarning ishqoriy tuzli eritmalaridan cho'ktirish. Geteropolibirikmalar. Geteropolikislotalar sintezi

14-mavzu. Moddalarni asosiy tozalash metodlari. Kristallash

Bo'lib-bo'lib kristallash. Kristallizasion kolonna metodi bilan tozalash. Zonali qayta kristallash.

15-mavzu. Tozalashning kimyoviy metodlari. Ekstraksiya

Kimyoviy metod. Reaksiya tezliklarining farqiga asoslangan tozalash usuli. Kimyoviy transport reaksiyalar metodi.

II.2. MA"RUZA MAVZULARINI TAQSIMLANISHI

№	Mavzular	Soati
1	Reaksiyalarning borish imkoniyatlarini belgilovchi faktorlar.	2
2	Reaksiyalarning tartibi va molekulyarligi bo'yicha tabaqalanish	2
3	Reaksiya tezligiga ta'sir qiluvchi omillar konsentar-siyasi, strategik omil, harorat, erituvchining tabiati, ion kuchi	4
4	Metallarning umumiy olinish usullari	4
5	Metallmaslarning umumiy olinish usullari	4
6	Metallar va metallmaslar oksidlarining sintezi	2
7	Metallar va metallmaslar galogenidlarining sintezi	2
8	Gidridlar sintezi	2
9	Karbidlar va nitridlar sintezi	2
10	Xalkogenidlar sintezi	2
11	Metallar karbonilarining sintezi. Suvsiz nitratlar sintezi	2
12	Kislородli kislotalar sintezi. Kislородli kislotalar tuzlarining sintezi	2
13	Gidroksidlar sintezi. Komleks birikmalar sintezi	2
14	Moddalarni asosiy tozalash metodlari. Kristallash	4

15	Tozalashning kimyoviy metodlari. Ekstraksiya	4
I semestr uchun jami		40

III.1. SEMINAR MASHG'ULOTLAR TAQSIMOTI		
№	Mavzular	Soati
1-semestr		
1	Litiy, natriy, kaliy, mis, kumush birikmalari sintezi.	4
2	Kalsiy, stronsiy, bariy, rux, kadmiy, simob birikmalari sintezi.	4
3	Bo`r, alyuminiy, birikmalari sintezi.	4
4	Qalay, qo`rg`oshin birikmalari sintezi.	4
5	Azot, Fosfor, Surma, Vismut birikmalari sintezi.	4
6	Oltinugurt, Xrom, Molibden birikmalari sintezi.	4
7	Xlor, Brom, Yod, Marganest birikmalari sintezi.	4
8	Temir, kobalt, nikel birikmalari sintezi.	4
9	Xloroformning olinishi, Bor (III)-bromidning olinishi, Kaliy xlorat sintezi.	4
10	Kaliy peroksodisulfat sintezi, Yod (III)-xlorid sintezi, Suvsiz dioksovanadiy nitrat sintezi.	4
11	Sulfuril xlorid sintezi, Absolyut spirt muhitida marganest xlorid sintezi, Absolyut spirt muhitida kobalt xlorid sintezi.	2
12	Suvsiz gidrazin sintezi, Nitrozil sulfat (nitrozoni gidrosulfat) sintezi, Kremniy tetraxlorid sintezi.	2
13	Absolyut spirt muhitida nikel xlorid sintezi, Fosfor (III)-bromid sintezi, Fosfor (V)-xloroksid sintezi.	2
14	Tionil xlorid sintezi. Absolyut spirt muhitida magniy xlorid sintezi. Gidrazin sulfat sintezi	2
15	Surma (III)-yodid sintezi. Qalay (IV)-yodid sintezi. Natriy gidrosulfid sintezi.	2
1-semestr bo'yicha ajratilgan soat		50

IV.1. MUSTAQIL TA'LIM VA MUSTAQIL ISHLAR	
№	Mustaqil ta'lim mavzulari
I semester	
1	Kimyoviy kinetikaning qo'llanilish sohasini aniqlash.
2	Reaksiyalarning tartibi va molekulyarligi. Muvozanat konstantasini hisoblashda reaksiyaning standart holatdagi ental'piya va entropiyasining qiymatlaridan foydalanish.
3	Metallarni galogenidlar va boshqa birikmalarni termik parchalab olish.
4	d-metallarni sintezi
5	Inert gazlar
6	Galogenlarni tabiatda tarqalishi va olinishi
7	Xalkogenlarni sintezi
8	Gazsimon gidridlarni xossasi
9	Karbidlarni sintezi
10	Nitridlarni xossasi

V. FAN O'QITILISHINING NATIJALARI (SHAKLLANADIGAN KOMPOTENSIYALAR)

Fanni o'zlashtirish natijasida talaba:

- Noorganik kimyoning hozirgi zamon holati, uning rivojlanish yo'llari, kimyoviy elementlar va ular birikmalarining xossalari, yangi xossalarga ega bo'lgan moddalarni sintez qilishda nazariy kimyo qonuniyatlarini qo'llashni bilish va ulardan foydalana olish, hozirgi zamon modda tuzilishi haqida ma'lumotlar, kimyoviy bog'lanish turlari va tabiati to'g'risida **tasavvurga ega bo'lishi**;
- Noorganik kimyoning nazariy asoslarini, kimyoviy qonunlar, tushunchalar, kimyoviy elementlarning xossalari, elementlarning er kobig'idagi tarqalganligi va taqsimlanganligi muammolari, elementlar va ular birikmalarining amaliy ahamiyatini **bilishi va ulardan foydalana olishi**;

Talaba kimyoviy hodisa va jarayonlarni tahlil qilish usullarini qo'llash, kimyoviy muammolar bo'yicha echimlar qabul qilish, turli xil kontsentratsiyali eritmalarni tayyorlash, noorganik birikmalarni sintez qilish, ularni ajratib olish, tozalash va tadqiqot qilish; ma'lum usullardan foydalanib tajribalar o'tkazish, mavzularga oid masalalarni ishlash **ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak**.

VI. TA'LIM TEXNOLOGIYALARI VA METODLARI:

- ✓ ma'ruzalar;
- ✓ interfaol keys-stadilar;
- ✓ mantiqiy fikrlash, tezkor savol-javoblar;
- ✓ guruhlarda ishlash;
- ✓ taqdimotlarni tayyorlash;
- ✓ individual loyihalar;
- ✓ jamoa bo'lib ishlash va ximoya qilish uchun loyihalar

VII. KREDITLARNI OLISH UCHUN TALABALAR:

Fanga ajratilgan kreditlar talabalarga har bir semestr bo'yicha nazorat turlaridan ijobiy natijalarga erishilgan taqdirda taqdim etiladi.

Fan bo'yicha talabalar bilimni baholashda oraliq (ON) va yakuniy (YaN) nazorat turlari qo'llaniladi. Nazorat turlari bo'yicha baholash: 5 – -a'loll, 4 – -yaxshill, 3 – -qoniqarlill, 2 – -qoniqarsizll baho mezonlarida amalga oshiriladi.

Oraliq nazorat har semestrda bir marta yozma ish shaklida o'tkaziladi.

Talabalar semestrlar davomida fanga ajratilgan amaliy (seminar) mashg'ulotlarda muntazam, har bir mavzu bo'yicha baholanib boriladi va o'rtachalanadi. Bunda talabaning amaliy (seminar) mashg'ulot hamda mustaqil ta'lim topshiriqlarini o'z vaqtida, to'laqonli bajarganligi, mashg'ulotlardagi faolligi inobatga olinadi.

Shuningdek, amaliy (seminar) mashg'ulot va mustaqil ta'lim topshiriqlari bo'yicha olgan baholari oraliq nazorat turi bo'yicha baholashda inobatga olinadi. Bunda har bir oraliq nazorat turi davrida olingan baholar o'rtachasi oraliq nazorat turidan olingan baho bilan **qayta o'rtachalanadi**.

O'tkazilgan oraliq nazoratlardan olingan baho **oraliq nazorat natijasi** sifatida qaydnomaga rasmiylashtiriladi.

Yakuniy nazorat turi semestrlar yakunida tasdiqlangan grafik bo'yicha og'zaki shaklida o'tkaziladi.

Oraliq (ON) va yakuniy (YaN) nazorat turlarida:

Talaba mustaqil xulosa va qaror qabul qiladi, ijodiy fikrlay oladi, mustaqil mushohada yuritadi, olgan bilimni amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda – **5 (a'lo) baho**;

Talaba mustaqil mushohada yuritadi, olgan bilimni amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu)

bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda – **4 (vaxshi) baho**;

Talaba olgan bilimni amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda – **3 (qoniqarli) baho**;

Talaba fan dasturini o'zlashtirmagan, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunmaydi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega emas, deb topilganda – **2 (qoniqarsiz) baho** bilan baholanadi.

ASOSIY ADABIYOTLAR

1. Парпиев Н.А., Рахимов Х.Р., Муфтахов А.Г. Анорганик кимё (назарий асослари). - Тошкент, -Ўзбекистон, 2000.- 479 б.
2. Парпиев Н.А., Муфтахов А.Г., Рахимов Х.Р. Анорганик кимё. - Тошкент: -Ўзбекистон, 2003. - 504 б.
3. Парпиев Н.А., Кадирова Ш.А., Ибрагимова Ю.Э., Рахронова Д.С. Ноорганик кимё - I, II, III босқич. Ўқув қўлланма. Тошкент: -Мумтоз сўз, нашриёти. 2019.-170 б.
4. Общая и неорганическая химия. В 3 томах. Под ред. Третьякова Ю.Д. Москва: -Академия, 2008.
5. Inorganic Chemistry. T. L. Overton, J. P. Rourke, M. T. Weller, and F. A. Armstrong 2018. 7th edition. Oxford University Press. P.967.

QO'SHIMCHA ADABIYOTLAR

1. Ключников Н.Г. Руководство по неорганическому синтезу. - М.: Просвещение, 1965, 315 с.
2. Ключников Н.Г. Неорганический синтез. - М.: Просвещение, 1988, 240 с.
3. Лукс Г. Экспериментальные методы в неорганической химии. Пер. с нем. - М.: Мир, 1965, 590 с.
4. Халкогениды. Свойства, методы получения и применения. Сб. статей под ред. Г.В. Самсонова. Киев, 1967, 340 с.
5. Маккей К. Водородные соединения металлов. Пер с англ. - М.: Мир, 1968, 244 с.
6. Корбетт Д. Галогениды металлов в низших состояниях окисления. - В кн.: Синтезы неорганических соединений. Т. IIII. Пер. с англ. - М.: Химия, 1970, с. 3152.
7. Эдисон Г., Логан Н. Безводные нитраты металлов. - В кн.: Синтезы неорганических соединений. Т. II. Пер. с англ. - М.: Химия, 1966, с. 112-141.
8. Казанский Л.П., Торченкова Э.А., Спицин В.И. Структурные принципы в химии гетерополисоединений. - «Успехи химии», 1974, т. 48, № 7, с. 1137-1159.
9. Пфанн В. Зонная плавка. Пер с англ. - М.: Мир, 1970, 253 с.
10. Алдерс Л. Жидкостная экстракция. Пер. с англ. - М.: Мир, 1957, 216 с.

AXBOROT MANBALARI

1. www.nuuz.uz.
2. www.natlibuz.
3. www.ziyonet.uz.
4. www.chemexpress.fatal.ru.

Namangan davlat universiteti tomonidan ishlab chiqilgan va tasdiqlangan

- Noorganik kimyo kafedrasining 2023-yil, 27-iyundagi 11-sonli majlisida muhokama qilingan va tasdiqqa tavsiya etilgan.

- Tabiiy fanlar fakulteti kengashining 2022-yil, 29-iyundagi 11-sonli majlisida ma'qullangan va tasdiqqa tavsiya etilgan.

- NamDU O'quv-uslubiy kengashining 2022-yil, 6-iyuldagi 12-sonli majlisida muhokama

qilingan va tasdiqlangan.

Fan /Modul uchun mas'ul:

B.E. Sultonov – NamDU, Noorganik kimyo kafedrası professoridotsenti, texnika fanlari doktori

Taqrizchi:

O.G'.Abdullayev – NamDU, Noorganik kimyo kafedrası dotsenti, kimyo fanlari nomzodi

TARQATMA MATERIALLAR

Tarqatma materiallar

1-savol	Natriyni sanoatda olinishi	Kaliyni xossasi.
2-savol	Bariyni sanoatda olinishi	Magniy kimyoviy xossasi
3-savol	Magniy laboratoriyada olinishi	Reaksiya tezligiga ta'sir etuvchi omillar
4-savol	Noorganik birikmalarning suyuq fazadagi sintezi	Metallarni eritmalar va suyuqlanmalarni elektroliz qilib olish
5-savol	Metallarni galogenidlar va boshqa birikmalarni termik parchalab olish.	Quyi va oraliq oksidlarning olinishi.
6-savol	Oksidlarga galogenlar ta'sir ettirib galogenidlarni olish.	Gidridlarni xossalari
7-savol	Karbitlarni sintezi	Nitridlarni xossasi
8-savol	Geteropolikislotalar sintezi	Bo'lib-bo'lib kristallash.
9-savol	Zonali qayta kristallash.	Geteropolibirikmalar.
10-savol	Metallar oksidlari yoki gidroksidlariga kislota ta'sir ettirish	Kovalentli gidridlar

TESTALAR

No	Savollar	To'g'ri javob	Noto'g'ri javob	Noto'g'ri javob	Noto'g'ri javob
1.	142 kPa ga teng bo'lganida 0,07 kg azot necha litr xajmni egallashini aniqlang. 21 ⁰ C da va bosim	* 40	43	45	36
2.	17 ⁰ C da va bosim 104 kPa bo'lganida 624 ml gazning massasi 1,56 ga teng. Gazning molekulyar massasi aniqlansin.	* 58	50	52	56
3.	2 ml 0,5 molyarli eritmada necha gramm bariy xlorid erigan?	*0,2 gramm	2,08 gramm	30,8 gramm	0,55 gramm
4.	2 molyarli nitrat kislotaning titrini aniqlang.	*0.126	6.3	0.63	0.3
5.	3,24g metall 3,48g oksid va 3,72g sul'fid hosil qilsa, metall va oltingugurtning ekvivalent massasi aniqlansin.	*108 va 16	82 va 32	90 va 24	94 va 28
6.	Agar modda molekulasi ning dissotsilanish	*18	14	24	30

	darajasi 15 % bo`lsa, 120 ta molekuladan qanchasi dissotsilangan bo`ladi?.				
7.	Alyuminiy nitrat tarkibidagi azotning valentligi oksidlanish darajasini ko`rsating.	*5,+5	4,+5	3,+3	3,+5
8.	Ammiak qanday tuzilishga ega?	* trigonal piramida	to`g`ri chiziqli.	tetraedrik i.	tekis
9.	Ammoniy ionini qanday geometrik tuzilishga ega?	* tetraedr	uchburchak	piramida	kvadrat
10.	Atomlarning qanday xususiyatlari davriy tartibda uzgaradi?	* atomning yadro zaryadi	atomdagi energetik pogonalar soni.	atom yadrosidagi protonlar soni.	nisbiy atom massa.
11.	Bir xil atomlar orasida vujudga keladigan kimyoviy bog`lanish bu ... ?	qutbsiz kovalent bog`lanish	vodorod bog`lanish	kovalent bog`lanish	qutbli kovalent bog`lanish
12.	Bir xil osmotik bosimga ega bo`lgan eritmalar qanday eritmalar deb ataladi?	* Izotonik;	Bufer;	Suyultirilgan ;	Konsentrlangan.
13.	Cho`ktirib titrlash metodida reaksiyalarning	*Oksidlanish – kaytarilish	Kam eruvchi birikma	Neytralanish reaksiyasi	Kompleksi birikmalar hosil

	qaysi turi qo'llaniladi?	reaktsiyasi	hosil bo'lish reaksiyasi		bo'lish reaksiyasi
14.	Cho'ktirib titrlashning qaysi usulida indikator ishlatilmaydi?	*Mor usulida.	Gey-Lyussak usulida.	Folgard usulida.	Fayans usulida.
15.	Cho'kuvchi shakldan tortma shaklga qizdirish yuli bilan o'tish jarayonining tugashi qanday aniqlanadi?	*500 ⁰ C gacha qizdirilgan dan so'ng	700 ⁰ C gacha qizdirilgan dan so'g	Tortma shakl massasi o'zgarmay kolganda	Tortma shakl massasi o'zgaruvchan bo'lib kolgandan
16.	CO molekulasida uglerod atomining kovalentligi nechaga teng?	* 1	3	4	2
17.	Davriy sitemadagi elementlarning tartib rakami ortishi bilan ularning...	* atom massasi va elektronlarning umumiy soni ortadi	atom massasi ortadi, elektronlarning umumiy soni kamayadi	atom massa va elektronlarning umumiy soni uzgarmaydi	atom massasi kamayadi, elektronlarning umumiy soni ortadi
18.	Dekantatsiyaning mohiyatini ko'rsating.	*Cho'kma ustidagi suyuqlikni to'kish.	Yuvish jarayoni	Cho'ktirish jarayoni	Kayta cho'ktirish jarayoni
19.	Elementning yadro zaryadlari bir xil, lekin massa sonlari turlicha bo'lgan atom turlari ...?	* izotoplar	izomerlar	izotonlar	izobarlar
20.	Fosfit kislotaning 20% li	* 6,15 n	9,15 n	7,72 n.	3,45 n

	eritmasining ($\rho=1,26$ gr/ml) normal konsentratsiyasini aniqlang.				
21.	Fosfor metallar bilan ta'sirlashib hosil qilgan birikmalarida qanday oksidlanish darajasini namoyon qiladi?	* -5	+5	+3	-3
22.	Foiz konsentratsiya nima?	*100 gramm suvda erigan moddani grammlar mikdori	100 millilitr suvda erigan moddaning massasi	100 g erituvchida erigan moddaning grammlar mikdori	100 g eritmada erigan moddaning grammlar mikdori.
23.	Genri qonuni qanday eritmalar uchun tegishli?	*Gazlarning suyuqliklardagi eritmasi uchun;	Yaxshi eruvchan moddalar eritmaları uchun;	Elektrolitlar eritmaları uchun;	Barcha eritmalar uchun.
24.	Gravimetrik analizda analitik faktorning matematik ifodasi	* $F = mM_A / nM_B$	$F = mM_B / nM_A$	$F = mM_B nM_B$	$F = nM_B / nM_A$
25.	Hajmiy analiz metodi nimaga asoslangan?	*Reaksiyaga kirishuvchi moddalar, eritmalarining hajmini o'lchashga	Reaksiyaga kirishuvchi moddalar massasini o'lchashga	Massaning saklanish konuniga	Reaksiyaga kirishuvchi moddalar massasini va hajmini o'lchashga

		.			
26.	Ideal gazning kengayish ishi qanday sharoitlarda eng kam bo_ladi?	* Adiabatik	Izobarik.	Izotermik.	Izoxorik.
27.	Ideal gazning kengayish ishi qanday sharoitlarda eng ko_p bo_ladi?	*Izobarik.	Izoxorik.	Izotermik.	Adiabatik.
28.	Ion bog‘lanish qanday xossalarga ega emas?	* to`yinish va yo`nalganlik	yo`nalganlik	to`yinganlik	qutblanuvchanlik
29.	Issiqlik effektini amaliy aniqlab bo_lmaydigan jarayonlarning issiqlik effektlari qanday aniqlanadi?	* Gess qonuni bo_yicha	Genri qonuni bo_yicha.	Dalton qonuni bo_yicha.	Vant-Goff qonuni bo_yicha.
30.	Izobar-izotermik sharoitda bajarilayotgan ishni aniqlash uchun qanday kattalikdan foydalanish mumkin?	*Komponentlarning mollar sonini o_zgarishi.	Hajm o_zgarishi.	Temperatura ni o_zgarishi.	Reaksiyaning issiqlik effektini o_zgarishi.
31.	Jarayonning issiqlik effektini temperaturaga bog_liqligini qaysi qonundan aniqlanadi?	*Kirxgoff qonuni bo_yicha.	Kanovalov qonuni bo_yicha.	Gess qonuni bo_yicha.	Termodinamikaning birinchi qonuni bo_yicha
32.	Kal‘tsiykarbonatdanuninggidrokar	* almashini	birikish	oksidlanish –	neytrallanish.

	bonatini hosil qilish qaysi reaksiya turiga aalluqli?	sh		qaytarilish	
33.	Kimyoviy bog'lanishning qaysi turida qattiq jismning elektr o'tkazuvchanligi yuqori bo'ladi?	* Metall bog'lanish	Molekulyar bog'lanish	Kovalent bog'lanish	Ionli bog'lanish
34.	Kinetik energiya qanday energiya tarkibiga kiradi?	*Ichki energiya.	Potensial energiya.	Doimiy energiya	Issiqlik.
35.	Kontsentratsiyasi 2 normalli kaustik sodaning 500 ml eritmasini molini toping.	* 1	2	0,5	0.2
36.	Krioskopik doimiysini fizik ma'nosini aniqlang	*Bir molyallik eritmaning muzlash xaroratini pasayishi;	Bir molyarlik eritmaning muzlash xaroratini pasayishi;	Bir protsentli eritmaning muzlash xaroratini pasayishi;	Xaroratdan bog'liq bo'lmagan kattalik
37.	Kristall jismning suyuqlanishida barcha hosil bo'layotgan energiyaga sarflanadi.	kristall panjaraning hosil bo'lishiga	molekulaning kinetik energiyasini	kristall panjaraning buzilishiga	jismning temperaturasi oshishiga
38.	Kristall jismning suyuqlanishida uning ichki energiyasi	* oshadi	o'zgarmaydi	oshadi, so'ngra kamayadi	kamayadi
39.	Kristall cho'kmalarni qanday filtrlar yordamida filtrash mumkin?	*Oddiy filtrlar-«oq lentali»	Kulsiz filtrlar-«ko'k lentali»	Kulsiz filtrlar-«qizil lentali»	Oddiy filtrlar - «ko'k lentali»

40.	Komplekson-III nomi to'g'ri ko'rsatilgan javobni aniqlang.	*Nitriltriatsetat kislotasi.	Etilendiamin tetraatsetat kislotasi.	Ikki natriyli etilendiamin tetra-atsetat kislotasining nordon tuzi	Etilendiamin tetraatsetat kislotasi natriyli tuzi.
41.	Kompleksonlarni o'rganishga kim va qachon asos solgan?	*Shvartsenbax, 1936 y	Shvartsenbax, 1945 y	Chugaev, 1906 y	Chugaev, 1936 y
42.	Kompleksonometrik titrlash metodida ishlatiladigan reaksiyalar turi?	*Oksidlanish – qaytarilish reaksiyasi	Kam eruvchi birikma hosil bo'lish reaksiyasi	Neytralanish reaksiyasi	Kompleks birikma hosil bo'lish reaksiyasi
43.	Laboratoriyada issiqlik effektini aniqlash uchun qanday asbobdan foydalaniladi?	* Kalorimetr	Refraktometr.	Kolorimetr.	Kriometr.
44.	Massasi 0,8 gr bo'lgan kislorod 25°C da va 150 kPa bosim ostida qanday hajmni egallaydi? Shu gazning modda miqdorini hisoblang.	* 0,41; 0,025	0,40; 0,03	0,38; 0,02	0,45; 0,025
45.	Molekuladagi hamma uglerod atomlari faqat sp ² gibratlanish holatida bo'lgan birikmalar qatorini ko'rsating.	* etilen, butadien-1,3; benzol	atsetilen, benzol, toluol.	etilen, propilen, butilen	butadien-1,3; izobutilen, izopren.
46.	Nima uchun	*	oksidlanis	elektron	fizik

	elementlar asosiy va kushimcha guruxlarga bulingan?	tashqiqav atidaelekt ronlar soni turlicha.	h darajasi turlicha.	tuzilishi turlicha.	xossalari turlicha.
47.	Nisbatan erkin elektronlarning metall ionlari bilan o`zaro ta`sirlashuvi natijasida qanday bog`lanish hosil bo`ladi?	* metall bog`lanish	ion bog`lanish	vodorod bog`lanish	kovalent bog`lanish
48.	Neytrallash metodi negizini qaysi reaksiya tashkil etadi?	*Oksidlanish – kaytarilish reaksiyasi	Kam eruvchi birikma hosil qilish reaksiyasi	Neytrallanish reaksiyasi	Kompleks birikmalar bo`lish reaksiyasi.
49.	Oq fosfor nima sababdan suv ostida saqlanadi?	* Zaharli bo`lgani sababli	O`z-O`zidan alanganuvchan bo`lgani uchun	Yorug`lik ta`sirida qizil fosfoga aylanib ketishi sababli	Oq fosfordan porox tayyorlanadi
50.	Qanday modda eritmasi Raul va Vant-Goff tenglamasiga bo`y sinadi?	*Qant eritmasi;	Kuchli kislotalar eritmalari;	Osh tuzi eritmasi;	Natriy gidroksidi eritmasi.
51.	Qanday tenglama qattiq moddalarning suyuqliklarda eruvchanligiga tegishli?	*Shreder tenglamasi ;	Shredenger tenglamasi;	Klauzius tenglamasi;	Raul tenglamasi.
52.	Qattiq jismlarning xidga ega bo`lish	*sublimatsiya	kondensatsiya	desublimatsiya	bug`lanish

	sababi nimada?				
53.	Qaysi sharoitda reaksiyaning issiqlik effekti entalpiya o'zgarishi orqali aniqlanadi?	*O'zgarish bosimda	O'zgarish hajmda	O'zgarish temperatura	Izobar-izotermik jarayonda
54.	Qora fosforning kristall panjara tuzilishi qanday?	* Atom	Molekulyar	Metall	Ionli
55.	Quyidagilardan fosforning tabiiy birikmalari qaysilar?	*Fosforit, apatit	Ortofosfat kislota	Fosfin, fosfid	Pirofosfat kislota
56.	Quyida keltirilgan molekullarning qaysi birida kimyoviy bog'ning puxtaligi kattaroq bo'ladi?	azot	flor	kislorod	vodorod
57.	Quyidagi azot, azot oksid, amiyak qatordagi kimyoviy bog'ning qutbliligi qanday o'zgaradi?	*oldin ortib, keyin kamayadi	kamayadi	oldin kamayib, so'ngra ortadi	ortadi
58.	Qanday birgalashib cho'kishni cho'kmani yuvish orkali yo'qotish mumkin?	*Adsorbtsiya	Okklyuziya	Izomorfizmi	Adsorbtsiya va okklyuziya
59.	Qanday moddalar komplekslar tuziladi?	*Kompleks birikmalar	Ichki kompleks birikmalar	Amminopoli karbon kislotalar hosilalari	Karbon kislotalar tuziladi.
60.	Qaysi holatda	*Hosil	Hosil	Hosil	Hosil

	kimyoviy reaksiyani gravimetrik analizda ishlatish mumkin?	bo'lgan cho'kmaning $K^S \cdot 10^{-8}$ bo'lsa	bo'lgan cho'kmaning $K^S \cdot 10^{-8}$ bo'lsa	bo'lgan cho'kmaning $K^S = 10^{-8}$ bo'lsa	bo'lgan cho'kmaning $K^S = 10^{-6}$ bo'lsa
61.	Reaksiya davomidagi issiqlik effektini aniqlash uchun boshlang_ich moddalar va mahsulotlarning qanday issiqligini bilish kerak?	* Xosil bo_lish issiqligi	Neytrallash issiqligini	Erish issiqligini	Suyultirish issiqligi
62.	Reaksiya issiqlik effektini jarayon bosib o_tgan yo_liga bog_liq emasligi qachon va kim tomonidan aniqlangan?	* Gess – 1836.	Lomonosov – 1752.	Butlerov – 1870.	Beketov – 1850
63.	Redoksimetriyada qo'llaniluvchi reaksiya.	*Oksidlanish – kaytarilish reaksiyasi	Kam eruvchi birikma hosil qilish reaksiyasi	Neytralanish reaksiyasi	Kompleks birikmlar hosil bo'lish reaksiyasi
64.	Silan molekulasining geometrik shakli qanday?	*tetraedr.	uchburchak	piramida	teng tomonli uchburchak.
65.	Sirtqi birgalashib cho'kishga qaysi birgalashib cho'kish misol bo'ladi?	*Adsorbtsiya.	Keyinchalik cho'kish	Okklyuziya,	Izomorfizm .
66.	sp^2 gibridlangan orbitallar yo`nalishlari orasidagi burchak	* 120° .	180°	90° .	$109^\circ 28'$

	qanday bo`ladi?				
67.	Temperatura pasayganda suv hajmining kattalashishi qanday bog`lanish mavjudligini bildiradi?	* vodorod bog`lanish	kovalent	qutbli kovalent bog`lanish	donor-aktseptor bog`lanish
68.	Termokimyoda qanday tenglamalar interpolyasion tenglamalar deyiladi?	*Issiqlik sig`imini temperaturaga bog`liklik tenglamasi	Issiqlik effektini temperatura ga bog`liqlik tenglamasi.	Termodinamikaning birinchi qonuni tenglamasi.	Issiqlik sig`imi tenglamasi.
69.	Titrlashning kompleksometriya usulida ekvivalent nuqta qanday aniqlanadi?	*Fizik – kimyoviy usuli yordamida	Metalloxrom indikatorlar yordamida	Alkalimetriya yordamida	Atsidimetriya yordamida
70.	Titrlashning neytrallashtirish usulida ishlatiluvchi standart moddalarga qo`yilgan talablar?	*Doimiy tarkibga ega bo`lib havoda oksidlanmasligi kerak.	Suvda kam eruvchan bo`lishi kerak	Doimiy tarkibga ega bo`lib havoda oksidlanishi mumkin.	Gigroskopik bo`lishi kerak.
71.	Titrlashning o`rin olish usuli qanday holatlarda qo`llaniladi.	*To`g`ridan – to`g`ri titrlash mumkin bo`lmaganda	Teskari titrlash usulida aniqlash mumkin bo`lmaganda	To`g`ridan – to`g`ri yoki teskari titrlash usullarida aniqlash imkoni bo`lmaganda	Teskari titrlash vositasida analiz qiluvchi moddaning miqdorini aniqlash imkoni bo`lganda.
72.	Titrlashning degandani nimani	*Aniqlanuvchi	Aniqlanuvchi modda	Titrlash paytida hosil	Indikator eritmasini

	tushunasiz?	modda eritmasini.	bilan reaksiyaga kirishuvchi ishchi eritmani	bo'ladigan eritmani	
73.	Trilon-B metal ionlari bilan qanday nisbatda birikadi?	*Kationlar zaryadiga kura	I : I nisbatda	Kation radiusiga karab har xil nisbatda	Kation zaryadi va radiusiga ko'ra har xil nisbatda
74.	Tuzning erish issiqligi qanday jarayonlar issiqlik effektlaridan bog'liq bo'ladi?	*Kristallik panjaraning buzilishidagi energiya va gidratlanish issiqligidan.	Gidratlanish issiqligidan.	Kristallik panjaraning buzilishidagi issiqlik energiyasidan	Erituvchi xossalari.
75.	Vodorod bog'lanishning bog'lanish energiyasi qiymati qanday?	* 8-42 kJ·mol ⁻¹	20 -69 kJ·mol ⁻¹	8-13 kJ·mol ⁻¹	16-78 kJ·mol ⁻¹
76.	Xarorat doimiy bo'lganda gazlarning suyuqliklarda eruvchanligi nimadan bog'liq?	*Gazning parsial bosimi va uning tabiatidan bog'liq;	Faqat gazning tabiatidan bog'liq;	Faqat gazning bosimidan bog'liq;	Barcha javob to'g'ri.
77.	Yadro tuzilishining proton-neytron nazariyasi kimlar tomonidan yaratilgan. D.D.Ivanenko va	* E.Rezerford va N.Bor	E.Rezerford va D.D.Ivanenko	D.I.Mendeleev va Y.N.Gapon	D.I.Mendeleev va Y.N.Gapon

	Y.N.Gapon				
78.	Analitik torozida tortish paytida tortma shaklning harorati qanday bo'lishi kerak?	*Xona haroratida	Qizdirish pechi haroratida	Xona haroratidan 5 daraja yuqori	Xona haroratidan 10 daraja yuqori

