

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

НЕФТ ВА ГАЗ ФАКУЛЬТЕТИ
АТРОФ МУХИТ МУХОФАЗАСИ КАФЕДРАСИ

АНАЛИТИК КИМЁ
ФАНИДАН
МАЪРУЗАЛАР МАТНИ

1-MA'RUZA

KIRISH

Analitik kimyo fanining predmeti, uning vazifalari va ahamiyati. Tahlil qilish usullari, ularning yutug'i va kamchiliklari

Tayanch so'zlar:

tarkib, miqdor, sifat, mineral, komponent, reagent, kimyoviy.

Analitik kimyo muhim nazariy va amaliy ahamiyatga ega. Deyarli barcha kimyo qonunlari analitik kimyo usullari yordamida topilgan. Turli materiallar, buyumlar, minerallar, Oy tuprog'i, uzoq sayyora va boshqa osmoniy jismlar hamda ularning tarkiblari analitik kimyo usullari orqali aniqlangan. Davriy sistemadagi bir qator elementlar (argon, germaniy va b.) ham aniq analitik usullar orqali topilgan.

Analitik kimyo umumiy, anorganik, organik va fizik-kimyo fanlari kabi mustaqil fanlar qatorida o'rganiladi.

Analitik kimyo fanining vazifasi moddalarning va ular aralashmalarining kimyoviy tarkibini (atom, molekula) va ularning ichki tuzilishini aniqlashga yordam beradigan kimyoviy Tahlil usullarini ishlab chiqish hamda nazariy jihatdan asoslashdan iboratdir. Tahlil qilishdan avval moddani identifikatsiya qilish, ya'ni uning sifat tarkibini aniqlash masalasi hal qilinadi, so'ngra moddaning miqdoriy tarkibini aniqlashga o'tiladi.

Analitik kimyo moddaning kimyoviy tarkibi, miqdori va uning tuzilishini aniqlash usullari haqidagi fandir. Uning vazifasi kimyo fanining nazariy asoslarini keng miqyosda o'rganish asosida Tahlilning yangi usullarini ishlab chiqish va ularni amalda tatbiq etishdan iborat.

Analitik kimyoning nazariy asoslarini tabiat qonunlari, jumladan, D. I. Mendeleyevning davriy qonuni, modda massasi va energiyaning saqlanish qonuni, modda tarkibining doimiyligi qonuni va massalar ta'siri qonunlari tashkil etadi.

Analitik kimyo fizika, organik kimyo, anorganik kimyo, fizik va kolloid kimyo, elektrokimyo, kimyoviy termodinamika, eritma nazariyalari, informatika nazariyasi va boshqa ko'pgina fanlar bilan chambarchas bog'langan.

Biror moddaning tabiatini va uni tashkil etgan elementlarning miqdorini aniqlash uchun oldin uning sifat tarkibi, so'ngra moddaning miqdoriy tarkibi aniqlanadi. Shunday qilib, analitik kimyo sifat va miqdoriy Tahlillarga bo'linadi.

Sifat Tahlilining vazifasi modda tarkibida qaysi element yoki ionlar borligini aniqlashdan iborat.

Miqdoriy Tahlilda tekshirilayotgan modda tarkibini tashkil etgan element yoki ionlar qanday miqdoriy nisbatlarda ekanligi aniqlanadi.

Analitik kimyo amaliy jihatdan nihoyatda katta ahamiyatga ega bo'lgan fandır. Amalda sanoatdagi eng muhim jarayonlardan hisoblangan ishlab chiqarish jarayonini boshqarib borish, shuningdek tuproq, o'g'itlar, qishloq xo'jalik mahsulotlari, qazilma boyliklar va boshqalarning tarkibini tekshirishni kimyoviy analizsiz tasavvur etib bo'lmaydi. U kimyoga yaqin bo'lgan fanlar - mineralogiya, geologiya, fiziologiya, shuningdek meditsina fanlari bilan chambarchas bog'liqdir.

Amaliy maqsadlar uchun har doim ham kimyoviy analizni to'liq bajarish talab qilinmaydi. Ko'pincha modda tarkibidagi ikki, uch yoki to'rt-besh komponent aniqlanib, so'ngra ularning miqdoriy analiziga o'tiladi. Tekshirilayotgan modda tarkibiga kiruvchi elementlar yoki ionlarni xossasiga qarab aniqlash masalasini har xil usullar: fizikaviy, kimyoviy va fizik-kimyoviy usullar bilan hal qilish mumkin, demak bu usullar sifat analizining usullari hisoblanadi. Endi shu usullar bilan qisqacha tanishib chiqamiz.

I. Fizikaviy Tahlil. Bu usullar moddaning kimyoviy tarkibi bilan uning ayrim fizik xossalari o'rtasidagi bog'liqlikdan foydalanishga asoslangan. Fizikaviy Tahlil usullariga quyidagilar kiradi:

1. Spektral Tahlil. Aniqlanayotgan modda o'ziga tushayotgan nur spektrlarini tarqatishi va yutishiga, o'zidan nur chiqarishiga asoslangan. Har qanday modda ma'lum to'lqin uzunligiga ega bo'lgan nurlarni tarqatadi va bu nurlarning zichligiga qarab tekshirilayotgan namuna tarkibidagi modda miqdorini aniqlash mumkin. Masalan, biror moddani alangada qizdirsak, modda nur spektrlarini tarqatadi. Spektr ma'lum to'lqin uzunlikka ega bo'lib, izlanayotgan element uchun xos chiziq bo'lishiga qarab berilgan moddada o'sha element borligi haqida, chiziqning ravshanlik darajasiga qarab esa uning miqdori to'g'risida fikr yuritiladi. Bu usul juda sezgir va 10^{-6} - 10^{-8} g miqdordagi elementlarni aniqlashga imkon beradi, oz vaqt oladi va ko'p miqdor modda talab qilmaydi.

2. Lyuminessent (flyuoessent) Tahlil. Tekshirilayotgan modda ultrabinafsha nurlar ta'sirida lyuminessent nurlanishini kuzatishga asoslangan.

3. Rentgenstruktura Tahlil. Modda tuzilishini tekshirish uchun rentgen nurlaridan foydalanishga asoslangan.

4. Mass-spektrometrik Tahlil. Elektr va magnit maydonining qo'shma ta'sirida ionlashgan atomlar, molekular va radikallarini aniqlashga asoslangan.

Fizikaviy usul bilan Tahlil qilinayotganda kimyoviy reaksiyalar ishlatilmaydi, faqat moddalarning biror ta'sir tufayli namoyon bo'ladigan fizikaviy xossalari o'rganiladi va shular asosida tarkibida qanday birikma yoki elementlar borligi haqida xulosa chiqariladi.

Bu usullarning hammasida murakkab fizik asboblari ishlatiladi.

II. Kimyoviy Tahlil. Bu usullar bilan ish ko'rilganda topilishi lozim bo'lgan element yoki ion o'ziga xos xususiyatli biror birikmaga aylantiriladi va ayni birikma hosil bo'lganligi ana shu xossalari asosida bilib olinadi. Bunda sodir bo'ladigan kimyoviy o'zgarish analitik reaksiya, bu reaksiyaga sabab bo'lgan modda esa reagent deyiladi. Kimyoviy usullar kimyoviy reaksiyalarga asoslanadi.

Modda kimyoviy usullar bilan Tahlil qilinganda tashqi effekt hosil bo'ladi, ya'ni eritmaning rangi o'zgaradi, cho'kmaga tushish hodisasi ro'y beradi yoki gaz holdagi mahsulot ajralib chiqadi.

Kimyoviy Tahlil yordamida quyidagi vazifalarni hal qilish mumkin:

1. Moddaning kelib chiqishi (organik va anorganik) hamda tabiatini tekshirish;
2. Tarkibi va undagi asosiy komponentlar miqdorini (qotishmadagi oltin) va begona aralashmalarni (mis yoki kumush) aniqlash;
3. Noma'lum birikmaning (mineral, reaktiv va b.) kimyoviy formulasini topish;
4. Moddaning strukturasini aniqlash.

Kimyoviy Tahlil usullari xalq xo'jaligining turli sohalarida: meditsina, qishloq xo'jaligida (tuproqni tekshirish va b.), atrofni muhofaza qilish, oziq-ovqat sanoatida, metallurgiyada, neft kimyosida, plastmassa, keramika, shisha, qurilish materiallari ishlab chiqarishda muhim rol o'ynamoqda. Juda toza moddalarni ishlab chiqarish, atom va yadro energetikasi, kosmik parvozlarni uyushtirish, yarimo'tkazgichlar va lazer texnikasini yaratish kabilarni kimyoviy analizsiz tasavvur etib bo'lmas edi. Doimiy kimyoviy tekshiruvsiz normal texnologik jarayonni saqlash va yuqori sifatli mahsulot ishlab chiqarish mumkin emas.

Ishlab chiqarishda kimyoviy Tahlil yordamida quyidagi vazifalar bajariladi: xomashyoning sifati va uning mahsulot ishlab chiqarishga yaroqliligini, optimal xomashyo retsepturasini aniqlash, chala mahsulot tarkibini tekshirish, tayyor mahsulotning sifatini aniqlash. Bundan tashqari, chiqindilardan ishlab chiqarishda yana foydalanish maqsadida ular kimyoviy Tahlil qilinadi. Atrof-muhitni muhofaza (havo, suv, tuproq) qilishda ham kimyoviy Tahlilning ahamiyati beqiyosdir.

Sifat reaksiyasiga qo'yiladigan talablar

Ionlarni aniqlashda va ularni bir-biridan ajratishda hamma kimyoviy reaksiyalarni ham qo'llab bo'lmaydi. Sifat Tahlili o'tkazish uchun qo'llaniladigan reaksiyalar quyidagi talablarga javob berishi zarur:

1. Reaksiyalarning katta tezlik bilan borishi;
2. Reaksiyalarning qaytmas bo'lishi;

3. Reaksiyalarning tashqi effekt bilan, ya'ni eritma rangining o'zgarishi, cho'kmaga tushishi (yoki erish), gaz holdagi moddalar ajralishi va alanga rangining o'zgarishi bilan borishi lozim.

4. Reaksiya seziluvchanligi va o'ziga xosligi bilan ajralib turishi kerak.

Sifat reaksiyalarini amalga oshirish sharoitlari

Sifat Tahlilini amalga oshirish uchun muayyan sharoit yaratish kerak. Aks holda reaksiya natijasi noto'g'ri bo'ladi.

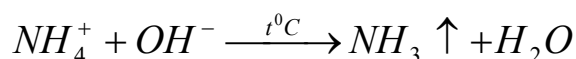
1. Eritmaning muhiti ko'zlangan maqsadga mos kelishi kerak. Masalan, kislota parda eriydigan cho'kma hech qachon kislotali muhitda ajralmaydi. Ishqorlarda eriydigan cho'kma hech qachon ishqoriy muhitda ajralmaydi; aksincha, uni faqat neytral muhitda payqash mumkin.

2. Aniqlanilayotgan ion yetarli konsentratsiyaga ega bo'lishi zarur. Juda kichik konsentratsiyalarda ionni aniqlash reaksiyasi ba'zan to'xtab qoladi. Ma'lumki, modda cho'kmaga tushishi uchun eritmadagi konsentratsiyasi uning eruvchanligidan yuqori bo'lishi kerak.

3. Eritmaning harorati. Harorat ko'tarilishi bilan cho'kmaning eruvchanligi oshadi va eritma qizdirilganda cho'kma kam qoladi. Bunday reaksiyalarni faqat sovuq sharoitda yoki xona haroratida bajarish lozim.

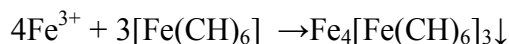
Ionlarning o'ziga xos reaksiyalari. Alohida ionlarni aniqlashda ularning o'ziga xos reaksiyalari muhim ahamiyatga ega.

Ionlarning o'ziga xos reaksiyalari biror ionni boshqa ionlar ishtirokida ham aniqlashga imkon beradigan reaksiyalardir. Masalan, ammoniy kationi NH_4^+ ni aniqlashda ammoniy tuzlariga o'yuvchi ishqorlar NaOH yoki KON qo'shib qizdirilganda gaz holdagi ammiak ajralib chiqadi:



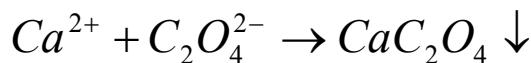
Ajralib chiqayotgan ammiakni o'tkir hididan, suv bilan namlangan qizil lakmus qog'ozning ko'karishidan bilish mumkin. Kimyoviy analizda ishlatiladigan hamma anorganik birikmalardan faqat ammoniy tuzlari gaz holdagi ammiak $NH_3 \uparrow$ ni ajratib chiqaradi; shuning uchun ishqor bilan va harorat ta'sirida boradigan reaksiyalar ammoniy NH_4^+ kationiga xos reaksiyalardir.

Kaliy (II) geksoferrit $K_4[Fe(CH)_6]_3$ faqat Fe^{3+} kationi bilan to'q ko'k cho'kma $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ hosil qiladi, shu sababli bu reaksiya Fe^{3+} kationiga xos reaksiya hisoblanadi:



Analitik kimyoda ko'pincha bir necha ionlar bilan o'xshash natija beradigan reaksiyalardan foydalanishga to'g'ri keladi. Kamroq sondagi ionlar bilan bir xil natija beradigan

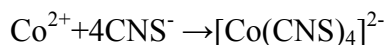
reaksiyalar selektiv yoki tanlovchan reaksiyalar deyiladi. Masalan, Ca^{2+} kationiga xos bo'lgan reaksiya uning ammoniy oksalat $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ eritmasi ta'sirida kalsiy oksalat CaC_2O_4 holda cho'kmaga tushishidir:



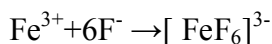
Bu reaksiya bittagina Ca^{2+} ga xos emas, chunki $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ham CaC_2O_4 ga o'xshash boshqa kationlar, masalan, Ba^{2+} , Cr^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} va boshqalar bilan cho'kma hosil qiladi, shu sababli bu reaksiya selektivdir. Shuning uchun eritma tekshirilayotganda Ca^{2+} ni aniqlashga xalaqit beradigan kationlar ta'sirini yo'qotish shart. Odatda xalaqit beradigan kationlarni ajratib, keyin Ca^{2+} ni topish uchun eritmaga $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ta'sir ettiriladi.

Xalaqit beradigan ionlarni eritmadan ajratish yo'li bilan emas, balki ularni niqoblash yo'li bilan yo'qotish mumkin. Niqoblash uchun noorganik birikmalardan sianid-, rodanid-, fluorid-, fosfat-, oksalatlar eritmaları va boshqalar ishlatiladi. Xalaqit beradigan ionlarni niqoblashda organik birikmalardan vino kislota, limon kislotasi va b. ishlatiladi.

Masalan, Co^{2+} kationini topishda tekshirilayotgan eritmaga ammoniy rodanid NH_4CNS ta'sir qilinsa, ko'k rang hosil bo'lishi eritmada Co^{2+} kationi borligini bildiradi:



Bu reaksiyaga eritmadagi Fe^{3+} kationi xalaqit beradi, chunki Fe^{3+} kationi bilan ta'sirlashgan ammoniy rodanid qizil rangli $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ hosil qiladi, Co^{2+} borligi tufayli hosil bo'lgan ko'k rang esa bilinmay qoladi. Shuning uchun Fe^{3+} ni niqoblash maqsadida tekshirilayotgan eritmaga, masalan, natriy fluorid qo'shiladi. Natijada rangsiz barqaror kompleks anion $[\text{FeF}_6]^{3-}$ hosil bo'ladi va u Co^{2+} ni aniqlashga xalaqit bermaydi:



Reaksiyalarning sezgirligi. Analitik kimyoda foydalaniladigan reaksiyalar yetarli sezgirlikka ega bo'lishi kerak. Reaksiya sezgirligi katta deganda uning minimal konsentratsiyada ham sodir bo'lishi tushuniladi.

Izlanayotgan ionning topilishi mumkin bo'lgan eng kichik konsentratsiya minimal konsentrantsiya deyiladi.

Reaksiyaning sezgirligi miqdoriy jihatdan topilish minimumi va suyultirish chegarasi bilan ifodalanadi. Topilish minimumi modda yoki ionning shu sharoitda topilishi mumkin bo'lgan eng kam miqdoridir. Analitik kimyoda topilish minimumi grammning milliondan bir ulushi bilan o'lchanadi. (0,0000012-1mKg). Masalan, K^+ kationning natriy geoksakobaltitrit (III) $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ bilan reaksiyasidagi topilish minimumi 4 mKg ga teng, ya'ni K^+ kationini eritmada aniqlash uchun uning miqdori 4 mKg dan kam bo'lmasligi kerak. Aks holda suyultirish chegarasi oshib ketadi.

Suyultirish chegarasi aniqlanayotgan 1 g miqdordagi ionda boradigan reaksiya sezilarli bo'lishi uchun eritmani ko'pi bilan qanchagacha suyultirish mumkinligini ko'rsatadi. Masalan, K^+ kationni aniqlash reaksiyasida unga $Na_3[Co(NO_2)_6]$ ta'sir ettirilganda sariq rangli kristall cho'kma $K_2Na[Co(NO_2)_6]$ hosil bo'ladi. Bu reaksiyada suyultirish chegarasi 1:50000 deb faraz qilaylik; bu shuni ko'rsatadiki, K^+ kationini aniqlash uchun 50000 sm^3 (50 l) eritmada kamida 1 g kaliy kationi bo'lishi kerak.

Reaksiya sezgirligining ortishi birinchi navbatda tekshirilayotgan eritmada ion konsentratsiyasining ko'payishi bilan bog'liq. Shuning uchun juda suyultirilgan eritmalarini aniqlash reaksiyasi boshlangunga qadar suvli vannada bug'latiladi. Reaksiyaning sezgirligi haroratga, eritmaning muhitiga va tekshirilayotgan eritmada boshqa komponentlar borligiga ham bog'liq.

Savollar

1. Analitik kimyo qaysi fanlar qatorida o'rganiladi?
2. Analitik kimyoning vazifasi nimalardan iborat?
3. Analitik kimyoning vazifasi, nazariy asoslari nimalardan iborat?
4. Analitik kimyo necha xil analizlarga bo'linadi?
5. Kimyoviy analiz qanday vazifalarni hal qilishi mumkin?
6. Ishlab chiqarishda kimyoviy analiz yordamida qanday vazifalar bajariladi?
7. Sifat analizi asosida qanday reaksiyalar yotadi?
8. Analitik reaksiyalarning haqiqatda sodir bo'layotganini ko'rsatuvchi tashqi reaksiyalarga misol keltiring.
9. Analitik reaksiyalarning asosiy turlarini misollar yordamida tushuntirib bering.
10. Analitik reaksiyalar qaysi usullar bilan bajariladi?
11. Sifat analizlariga qo'yiladigan talablar nimalardan iborat?
12. Sifat reaksiyalarini amalga oshirish shart-sharoitlari nimalardan iborat?

2-MA'RUZA

Analitik reaksiyalar, Analitik reaksiyalarni o'tkazish usullari, reaksiyalarni amalga oshirish shart-sharoitlari, sezgir va tanlovchan reaksiyalar. Kationonlar klassifikatsiyasi.

Guruh reagenti va ularga qo'yilgan talablar

Tayanch so'zlar:

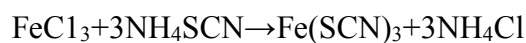
sistematik, analiz, kation, reagent, tezlik, konstanta, stexiometrik, konsentratsiya.

Analitik reaksiyalar

Eritmalarda ionlarni topish uchun kuzatilishi oson bo'lgan tashqi effekt, masalan, eritma rangining o'zgarishi, cho'kma tushishi yoki erishi, gaz chiqishi bilan boradigan reaksiyalar qo'llaniladi. Ionlarni topishga yordam beradigan ta'sir etuvchi moddalar tegishli ionlarning reaktivlari yoki reagentlari, bunda ro'y beradigan kimyoviy o'zgarishlar esa analitik reaksiyalar deb ataladi.

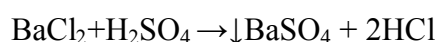
Analitik reaksiyalarning haqiqatda sodir bo'layotganligini ko'rsatuvchi tashqi effektli reaksiyalarga misollar keltiramiz:

a) eritma rangining o'zgarishi:



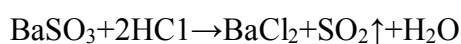
(sariq rang qizg'ish rangga o'tadi)

b) cho'kma tushishi (yoki erib ketishi):



Bunda oq kristall cho'kma BaSO_4 hosil bo'ladi.

v) gaz ajralib chiqishi:



Analizni bajarishda ta'sir ettiriladigan moddaning miqdoriga va ishlatiladigan eritmalarining hajmiga qarab, qo'llaniladigan usullar makro, yarimmikro, mikro, ultramikro va submikro usullariga bo'linadi (1-jadval).

1-jadval

Kimyoviy Tahlilda qo'llaniladigan usullar

Usullar	Modda miqdori, g	Eritma hajmi, cm^3 , ml
makro -	0,1-1,0	1,0-10
yarimmikro -	0,01-0,1	0,1-1,0
mikro -	0,001-0,01	0,01-0,1
ultramikro -	10^{-6} - 10^{-9}	10^{-3} - 10^{-4}
submikro -	10^{-9} - 10^{-12}	10^{-4} - 10^{-6}

Kimyoviy Tahlil yarimmikro usulda bajarilganda reaktivlar oz sarflanadi, tajriba kichik hajmli idishlarda (probirkalarda) o'tkaziladi. Cho'kmalarni eritmadan ajratish uchun sentrifugadan foydalaniladi, qizdirish mikrohammomda, bug'latish esa chinni kosachalarda gorelka alangasida isitish orqali o'tkaziladi. Bunda reaktivlar tejaladi va umuman Tahlil o'tkazish qulay bo'ladi. Agar Tahlil to'g'ri bajarilsa, yarimmikro usul juda aniq natijalar beradi.

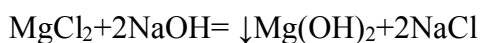
Shuning uchun moddalarni sifat jihatidan kimyoviy Tahlil qilishda, asosan, yarimmikro usuldan keng foydalaniladi.

Sifat va miqdoriy Tahlilning mikro- va yarimmikro usullarida analitik effekt ko'z bilan kuzatilsa, mikro- ultramikro- va submikro usullarda maxsus asboblari: lupa yoki mikroskop, mikrotarozi, mikrobyuretkalar va boshqalardan foydalaniladi.

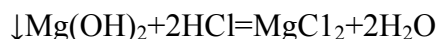
Analitik reaksiyalarning asosiy turlari

Analitik reaksiyalar kimyoviy jarayonlar bo'lib, elementlarni ajratish, topish va miqdorini aniqlash uchun foydalaniladi. Kimyoviy o'zaro ta'sirlanish xarakteriga qarab analitik reaksiyalar ham almashinish, biriktirib olish, parchalanish, ajratish, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga bo'linadi. Tahlil uchun ko'pincha almashinish reaksiyalaridan foydalaniladi. Misollar:

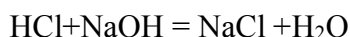
a) Cho'ktirish, ya'ni geterofazali reaksiya, qattiq faza - cho'kma hosil bo'ladi:



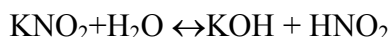
Bu reaksiyaning teskarisi - cho'kmaning erishi:



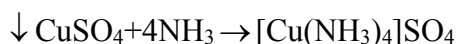
b) Neytrallash reaksiyasi, ya'ni kislota va asoslar orasida boradigan reaksiyalar - tuz va suv hosil bo'ladi:



v) Hidrolizlanish reaksiyasi, ya'ni moddaning suv bilan o'zaro reaksiyaga kirishishi:



Biriktirish reaksiyalaridan analitik kimyoda keng foydalaniladigani kompleks hosil qilish reaksiyasidir. Kompleks modda ikkita yoki ko'proq oddiy birikmalarning asoslanishi (birikishi) natijasida hosil bo'ladi. Sharoitga qarab, kompleks birikmani tashkil qilgan moddalar alohida molekulalar holida bo'lishi ham mumkin:

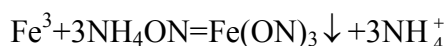


Kompleks ionlarning xossasi uni tashkil qilgan moddalar xossalaridan keskin farq qiladi, shuning uchun kompleks hosil qilish reaksiyalari analitik aniqlashning hamma turlarida keng qo'llaniladi:

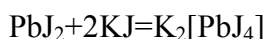
a) elementlarni, ya'ni ionlarni topishda:



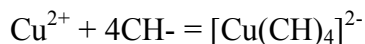
b) ionlar masalan, Fe^{3+} va CO^{2+} ni bir-biridan ajratishda;



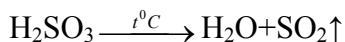
v) cho'kmalarni eritishda:



g) halal beradigan qo'shimcha ionlarni niqoblashda, masalan, tarkibida Cu^{2+} va Cd^{2+} ionlari bor moddaga H_2S ta'sir ettirilganda Cu^{2+} ionini eritmada qoldirish uchun CN^- ionlari qo'shiladi. U Cu^{2+} bilan barqaror kompleks ionlar holda bog'lanadi:

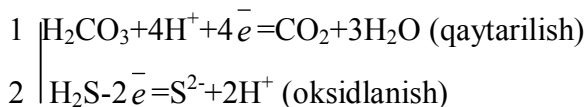
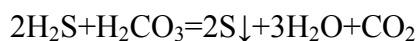


Shundan keyin Cd^{2+} ionini H_2S ta'sirida topish mumkin. Ba'zi parchalanish reaksiyalarida gaz ajralib chiqadi:



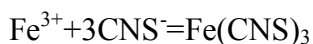
Bunday reaksiyalardan halal beradigan ionlarni ajratishda, metall bo'lmagan ionlarni topishda va miqdoriy aniqlash (volyumetriya)da keng foydalaniladi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi elementlarni topish va miqdoriy aniqlash usullarining asosini tashkil qiladi. Bunday reaksiyalar biror atom, molekula yoki ionning elektron qabul qilishi, ikkinchi atomning elektron yo'qotishi bilan sodir bo'ladi:



Analitik reaksiyalarni bajarish usullari

Analitik reaksiyalar asosan 2 xil: **ho'l** va **quruq** usulda olib boriladi. Agar reaksiyalar qattiq moddalar bilan olib borilsa, u holda bu reaksiyalar quruq usulga kiradi. Eritmalar bilan olib boriladigan reaksiyalar ho'l usulga kiradi. Quruq usuldagi reaksiyalarni bajarish uchun reaktivlar aralashmasini yuqori haroratgacha qizdirish yoki aniqlanayotgan qattiq moddani ikkinchi qattiq reaktiv bilan ishqalash lozim. Masalan, tiosionat CNS^- ionini aniqlash uchun KCNS olib, uni chinni kosachada $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ tuzi bilan ishqalansa, u holda qizil qon tuzi hosil bo'lishi tufayli aralashma qizil rangga kiradi:



qizil qon tuzi

Quruq usuldagi reaksiyalarga alanga rangini bo'yash reaksiyalari ham kiradi. Tekshirilayotgan modda tarkibidagi ba'zi elementlar gorelka alangasida yonganda alangani shu elementga xos rangga kiritadi. Reaksiyani bajarish uchun tozalangan plastinka yoki xromlangan sim tekshirilayotgan eritma bilan ho'llanadi va rangsiz alangaga kiritiladi. Hosil bo'lgan alanga rangiga qarab eritmada qanday ion borligi aniqlanadi. Masalan, Na^+ alangani sariq, K^+ - binafsha rangga kiritadi va h.k.

Quruq usuldagi reaksiyalar sanoatda juda cheklangan miqdorda qo'llaniladi, chunki ayrim ionlarga rang hosil qilish xususiyatiga egadir. Bu reaksiyalardan, asosan laboratoriyalarda va geologlarning dala tekshirish ishlarida foydalaniladi.

Amalda, sifat Tahlilda, asosan, eritmalardagi reaksiyalar, ho'l usulda olib boriladigan reaksiyalar qo'llaniladi. Bunda Tahlil qilinayotgan namuna avval erituvchida eritilib, so'ngra tekshirish uchun olib boriladi.

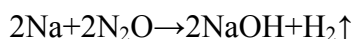
Kationlar tasnifi

Hamma kationlar doimiy va o'ziga xos xususiyatga ega bo'ladi. Mazkur xossalari bo'yicha va ularni cho'ktira oladigan guruh reaktivlari qanday ta'sir etishiga qarab, hamma kationlar (sulfid tasnifi asosida) beshta guruhga bo'linadi (3-jadval).

Birinchi analitik guruhga K^+ , Na^+ , NH_4^+ va Mg^{2+} kationlari kiradi.

Birinchi guruhga kationlarning ko'pchilik tuzlari suvda yaxshi eriydi. Boshqa guruh kationlari K^+ va Mg^{2+} kationlarini topishga xalaqit bergani uchun sistematik analizda bu kationlar eritmadan boshqa hamma kationlar to'liq yo'qotilgandan keyingina topiladi.

Kaliy va natriy D. I. Mendeleyev davriy sistemasining I guruh elementlari qatoriga kiradigan juda aktiv ishqoriy metallardir. Ular oddiy haroratda suv bilan reaksiyaga kirishib, gaz holdagi vodorod ajratib chiqaradi va tegishli gidroksidlar hosil qilali:



2-jadval

Kationlarning analitik guruhlarga bo'linishi

Anali-tik guruh-lar	Shu guruhga kiradigan kationlar	Guruh reaktivi (reagent)	Hosil bo'ladigan birikmalar	Shu guruhga xos xususiyatlar
I	K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} va b.	yo'q	—	Xloridlari, sulfatlari, sulfidlari, karbonatlari (Mg^{2+} dan tashqari) suvda eriydi.
II	Ba^{2+} , Cr^{2+} , Ca^{2+} va b.	$(NH_4)_2CO_3$ NH_4OH NH_4Cl	$BaSO_3$ $CaSO_3$ $CrSO_3$	Xloridlari, sulfidlari suvda, karbonatlari kislotada eriydi. Sulfatlari (Ba^{2+}) kislotada va ishqorda eriydi, Ba^{2+} dan boshqa.
III	Al^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} va b.	$(NH_4)_2S$ NH_4OH NH_4Cl	$Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$, ZnS , FeS , Fe_2S_3 , MnS , CoS , NiS	Xloridlari, sulfatlari suvda, sulfidlari suyultirilgan kislotalarda erimaydi.
IV	Cu^{2+} , Cd^{2+} , Bi^{3+} , Hg^{2+} , As^{3+} , As^{5+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} va b.	H_2S HCl	CuS , CdS , Bi_2S_3 , Bi_2S_5 , SnS , SnS_2 , Sb_2S_3	Xloridlari suvda eriydi, sulfidlari suyultirilgan kislotalarda erimaydi.
V	Ag^+ , $[Hg_2]^{+2}$, Pb^{2+} va b.	HCl	$AgCl$, $PbCl_2$, Hg_2Cl_2	Xloridlari, sulfidlari suvda, suyultirilgan kislotada erimaydi, $PbCl_2$ issiq suvda eriydi.

Ishqoriy metallarning gidroksidlari juda kuchli ishqorlardir. Ular suvdagi eritmalarda ionlarga to'liq ajraladi. Shuning uchun kuchli kislotalarning natriyli hamda kaliyli tuzlari

gidrolizlanmaydi va ularda eritmalarining muhiti neytral bo'ladi; bundan eritmalarining pH ularni tayyorlashda ishlatilgan suvning pH bilan belgilanadi. Kuchsiz kislotalarning kaliyli yoki natriyli tuzlari eritmada kuchli gidrolizlangan bo'ladi hamda ularning eritmaları ishqoriy reaksiya ($\text{pH} > 7$) beradi.

Ammoniy gidroksid NH_4OH ammiakning suvdagi eritmasi bo'lib, kuchsiz asosdir. Uning 1 n eritmasida ammiakning ionlanish darajasi 0,4% ga yaqin. Shuning uchun kuchli kislotalar ammoniyli tuzlarining eritmaları kislotali reaksiya beradi ($\text{pH} < 7$). Masalan, 1n NH_4Cl eritmasining pH 4,6 ga teng.

Savollar

1. Eritmalarni bo'lib-bo'lib va sistematik analiz qilish usullariga izoh bering.
2. Kationlar nimalarga asoslanib tasniflanadi?
3. I guruh kationlarining umumiy xususiyati nimalardan iborat?
4. Qanday reagentlar guruh reagenti deyiladi?
5. Qanday analitik reaksiyalarni umumiy va xususiy deyiladi?
6. Guruh reagentiga qanday talablar qo'yiladi?

3-MA'RUZA

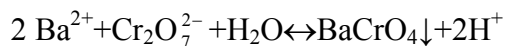
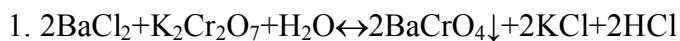
Massalar ta'sir qonuni va uning ishlatish sohallari. Eritmalar nazariyasi. Kuchsiz elektrolitlarning ionlanish konstantasi, ionlanish darajasi. Ostvaldning suyultirish qonuni.

Tayanch so'zlar:

dissotsilanish, kation, anion, elektrolit, ionlanish, konstanta.

Massalar ta'siri qonuni

Analitik reaksiyalarning ko'pchiligi qaytar, ya'ni bir vaqtda bir-biriga qarama-qarshi ikki yo'nalishda boradigan reaksiyalardir. Masalan, Ba^{2+} va Fe^{3+} ionlarini topish reaksiyalari ana shunday reaksiyalar jumlasiga kiradi:



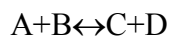
Qaytar reaksiyaning chapdan o'ngga boradigani to'g'ri reaksiya, o'ngdan chapga boradigani esa teskari reaksiya deyiladi.

Umumiy kimyo kursidan ma'lumki, eritmada reaksiya uchun olingan va reaksiya natijasida hosil bo'lgan hamma moddalar mavjud bo'lganda qaytar reaksiyalar kimyoviy muvozanatga olib keladi.

Kimyoviy muvozanat vujudga kelishiga sabab reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyalari o'zgarishi natijasida to'g'ri va teskari reaksiya tezliklarining bir-biriga tenglashib qolishidir.

Kimyoviy reaksiyalarning tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalarining vaqt birligi ichida o'zgarishi bilan o'lchanadi.

Eritmada qaytar reaksiya borayotir, deb faraz qilaylik:



Bunda A, B, C, D - reaksiya borayotgan aralashmadagi har xil moddalar.

To'g'ri reaksiyaning tezligi A va B moddalarning konsentratsiyalariga to'g'ri proporsionaldir.

Reaksiyaga kirishadigan va reaksiya natijasida hosil bo'ladigan moddalarning konsentratsiyalari bir litrdagi mol miqdori bilan ifodalanishini hamda shu moddaning formulasi o'rta qavs ichiga olib ko'rsatilishini eslatib o'tamiz.

To'g'ri reaksiyaning tezligini quyidagicha yozish mumkin.

$$V_1 = K_1[\text{A}][\text{B}] \quad (1)$$

Bunda V_1 – to'g'ri reaksiyaning tezligi;

K_1 - reaksiyaning tezlik konstantasi deb ataluvchi proporsionallik koeffitsienti.

Agar [A] va [V] konsentratsiyalarni 1 mol ga teng desak, u holda:

$$V_1 = K_1$$

Reaksiyaga kirishadigan moddalardan har birining konsentratsiyasi 1 mol/l bo'lganda (yoki ularning ko'paytmasi birga teng bo'lsa), boradigan reaksiyaning shu sharoitdagi tezligi

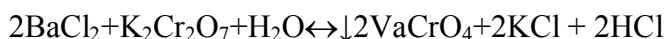
uning tezlik konstantasi deyiladi. Xuddi shunga o'xshash, teskari reaksiyaning tezligi V_2 ni quyidagicha yozish mumkin:

$$V_2 = K_2 [C] [D] \quad (2)$$

Reaksiya davomida A va V moddalarning konsentratsiyalari borgan sari kamayib, S va D moddalarning konsentratsiyalari ortib boradi. Demak, vaqt o'tgan sari to'g'ri reaksiyaning tezligi kamayib, teskari reaksiyaning tezligi noldan boshlab ortib boradi. Nihoyat ikkala tezlik teng bo'lib qoladi.

Kimyoviy muvozanatda vaqt birligi ichida har bir moddaning (A, B, C va D) qancha molekulasini reaksiyaga kirishsa, qarama-qarshi reaksiya natijasida ulardan o'shancha miqdorda hosil bo'ladi. Demak, kimyoviy muvozanat vujudga kelganda reaksiya borayotgan aralashmadagi hamma moddalarning konsentratsiyasi o'zgarmay qoladi. Bunda reaksiya go'yo to'xtab qolgandek bo'ladi; aslida esa ikkala reaksiya ham davom etaveradi, biroq ularning biri ikkinchisining natijasini yo'qqa chiqaradi.

Agar ushbu:



reaksiyada aralashmaga ortiqcha miqdorda $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ qo'shilsa, to'g'ri reaksiya ketadi, ya'ni BaCrO_4 cho'kmaga tushadi. Agar ortiqcha miqdorda HCl qo'shilsa, teskari reaksiya sodir bo'lib, BaCrO_4 cho'kmasi eriydi va reaksiya yana davom etaveradi.

Shunday qilib, kimyoviy muvozanat siljuvchan, ya'ni dinamik muvozanatdir.

Muvozanat vaqtida $V_1 = V_2$ bo'ladi. Bu tenglamaga (1) va (2) tenglamalardagi V_1 va V_2 larning qiymatini qo'yamiz:

$$K_1 [A] [V] = K_2 [S] [D]$$

Konsentratsiyalar ifodasini tenglamaning bir tomoniga, doimiy miqdor K_1 va K_2 larni esa ikkinchi tomoniga ko'chiramiz:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} \quad (3)$$

Ikki konstantaning nisbati ham doimiy son bo'ladi, uni K bilan belgilab, (3) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$K = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} \quad (4)$$

Umumiy holda (4) tenglama kimyoning eng asosiy qonunlaridan biri bo'lgan massalar ta'siri qonunining matematik ifodasidir. Bu qonun shunday ta'riflanadi:

Muvozanat qaror topganda reaksiyada hosil bo'lgan moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasining reaksiya uchun olingan moddalar konsentratsiyasiga ko'paytmasiga berilgan haroratda shu reaksiya uchun o'zgarish son bo'lib, muvozanat konstantasi deyiladi.



reaksiyaning muvozanati reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi:

$$K = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B] \cdot [E]}$$

tenglamani qanoatlantirgan vaqtda vujudga keladi.

Umumiy holda



reaksiya uchun (m, n, p va q - stexiometrik koeffitsientlar) muvozanat holatida:

$$K = \frac{[C]^p \cdot [D]^q}{[A]^m \cdot [B]^n}.$$

Muvozanat konstantasi K ning fizikaviy ma'nosi uning $\frac{K_1}{K_2}$ ga tengligidan ayondir, ya'ni

u konsentratsiyalar bir xil (har biri bir mol/l ga teng) bo'lganda va berilgan haroratda to'g'ri reaksiyaning tezligi teskari reaksiyaning tezligidan necha marta katta ekanligini ko'rsatadi. Agar K ning qiymati 1 dan kichik bo'lsa, bu teskari reaksiya katta tezlik bilan borayotganini bildiradi. Bundan ko'rinadiki, K ning son qiymatiga qarab reaksiyaning qaysi tomonga borayotganini bilish mumkin. Agar muvozanat konstantasi K juda katta bo'lsa, bu to'g'ri reaksiya deyarli oxirigacha borishini, teskari reaksiya esa deyarli bo'lmayotganligini bildiradi. Boshqacha qilib aytganda, bu holda muvozanat o'ngga siljigan bo'ladi. K ning qiymati juda kichik bo'lsa, asosan teskari reaksiya ketib, muvozanat chapga kuchli darajada siljigan bo'ladi. Nihoyat, agar K ning qiymati 1 ga yaqin bo'lsa, reaksiya qaytar bo'ladi. Bu holda muvozanat reaksiyada ishtirok etayotgan to'rttala moddaning ham konsentratsiyasi bir muncha katta bo'lganda vujudga keladi. Quyida sistemaning muvozanat holati K ning qiymatidan tashqari, reaksiyaga kirishayotgan moddalarning dastlabki konsentratsiyalariga ham bog'liq bo'lishi ko'rsatilgan. Muvozanat konstantasining qiymati esa moddalarning konsentratsiyalariga bog'liq emas. K ning doimiyligini ham xuddi ana shu ma'noda tushunmoq kerak. Chunonchi, A va V moddalarning konsentratsiyalari qanday bo'lishidan qat'iy nazar, $\frac{[C]^p \cdot [D]^q}{[A]^m \cdot [B]^n}$ nisbat muvozanat holatida

o'zgarish haroratda bir xil qiymatga ega bo'ladi. Haroratning har qanday o'zgarishi K ning qiymati o'zgarishiga olib keladi. Boshqacha qilib aytganda, berilgan modda har bir haroratda

qandaydir muayyan eruvchanlikka ega bo'lganidek, har bir harorat uchun reaksiya muvozanat konstantasining ham ma'lum qiymati to'g'ri keladi.

Quyidagi qaytar reaksiyani ko'rib chiqamiz:



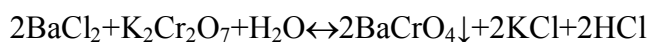
Massalar ta'siri qonuni asosida shunday yozish mumkin:

$$\frac{[\text{Fe(CNS)}_3] \cdot [\text{KCl}]^3}{[\text{FeCl}_3] \cdot [\text{KCNS}]^3} = K$$

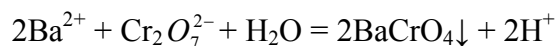
Konsentratsiyalarning bu nisbatidan to'g'ri reaksiya tezligini oshirish, ya'ni muvozanatni yangi moddalar hosil bo'ladigan tomonga surish kerak bo'lsa, u holda boshlang'ich moddalardan birining - FeCl_3 yoki KCNS ning konsentratsiyasini oshirish kerak, degan xulosa kelib chiqadi.

Massalar ta'sir qonuniga muvofiq, bu nisbat berilgan haroratda o'zgarmas bo'lib qolishi lozim va kasrning qiymati o'zgarmasligi uchun kasrning surati, ya'ni hosil bo'layotgan moddalarning konsentratsiyasini oshirish kerak. Va, aksincha Fe(CNS)_3 yoki KCl ning konsentratsiyasini oshirib, muvozanatni teskari tomonga siljitish mumkin.

Faraz qilaylik:



reaksiyada moddalarning konsentratsiyasi o'zgarishi bilan muvozanat konstantasi K o'zgarmaydi, yani u konsentratsiyaga bog'liq emas, masalan:



$$K = \frac{[\text{BaCrO}_4]^2 \cdot [\text{H}^+]^2}{[\text{Ba}^{+2}]^2 \cdot [\text{CrO}_7^{2-}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}$$

Muvozanat qaror topgandan keyin reaksiya uchun olingan moddalarning birortasidan, masalan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan yana qo'shildi, deb faraz qilaylik. Eritmada Ba^{2+} ionining konsentratsiyasi kamayadi, chunki BaCrO_4 ko'payadi. Agar $[\text{H}^+]$ ko'paysa, unda $\downarrow \text{BaCrO}_4$ cho'kmasining miqdori kamayadi. Muvozanat darhol reaksiya mahsulotlari $\text{BaCrO}_4 + \text{KCl} + 2\text{HCl}$ hosil bo'lishi tomoniga siljiydi. Endi muvozanat reaksiyada ishtirok etadigan hamma moddalarning boshqa konsentratsiyalarida vujudga keladi.

Xuddi shunga o'xshash, reaksiya natijasida hosil bo'ladigan moddadan birining, ya'ni HCl ning qo'shilishi teskari reaksiyaning tezligini vaqtincha oshiradi. Shunday qilib, reaksiyaga kirishayotgan moddalardan birining qo'shilishi kimyoviy muvozanatni siljitadi, ya'ni reaksiyada ishtirok etayotgan hamma moddalarning konsentratsiyasini o'zgartirib yuboradi, bu o'zgarish moddalarning konsentratsiyasi massalar ta'siri qonuni tenglamasini qanoatlantirmaguncha

davom etaveradi. Qo'yilgan modda qaysi reaksiyada sarflansa, hamma vaqt shu reaksiyaning tezligi ortadi.

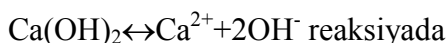
Bundan muhim xulosa chiqarish mumkin: qaytar reaksiyalarda dastlabki moddalardan birini (masalan, BaCl_2) yetarli darajada to'liq o'zgartirish uchun shu o'zgarishni vujudga keltiradigan reagentdan (mazkur misolda bunday reagent $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dir) mo'loq ta'sir ettirish kerak.

Massalar ta'siri qonunining analitik kimyoda ahamiyati juda katta, ishlatish sohalari keng. Bu qonun jumladan, quyidagi hollarda qo'llaniladi:

1. Kuchsiz elektrolitlarning dissotsilanish konstantasini hisoblashda;
2. Gidroliz konstantasini hisoblashda;
3. Kompleks birikmalarning barqarorligini aniqlashda;
4. Yaxshi erimaydigan cho'kmalar hosil bo'lishini va ularning erishini aniqlashda;
5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining yo'nalishini aniqlashda.

Muvozanat konstantasining tenglamasini ifodalashda eritmada erigan holda bo'lgan ionlar yoki molekular birikmalargina hisobga olinadi. Agar reaksiyaga kirishayotgan moddalar cho'kma tarkibida yoki gazsimon modda ko'rinishida ajralib chiqayotgan bo'lib, ularning eritmadagi aktiv miqdorini aniqlash mumkin bo'lmasa, uni doimiy deb qabul qilib, K bilan belgilanadi.

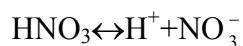
Erituvchi qisman kimyoviy reaksiyaga kiritgan holda ham uning miqdori o'zgarmas deb qabul qilinadi, masalan:



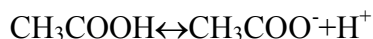
Kislotalar, ishqorlar va tuzlarning ion nazariyasi elektrolitik dissotsilanish orqali tushuntiriladi.

Kislotalarning dissotsilanishi. Ma'lumki, suvdagi eritmalarda dissotsilanganda faqat vodorod kationini hosil qiladigan elektrolitlar kislotalar deyiladi. Vodorod kationining soniga qarab kislotalarning negizlilik belgilanadi.

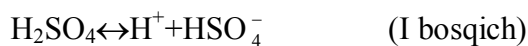
Bir negizli kislotalar dissotsilanganda bitta vodorod kationi hosil qilib, dissotsilanish bir bosqichda boradi, masalan:



Sirka kislota SN_3SOON molekulasida to'rtta vodorod atomi bo'lishiga qaramasdan faqat karboksid guruhidagi birgina vodorod kation hosil qiladi va shu sababli bu kislota ham bir negizli hisoblanadi. Dissotsilanish bir bosqichda boradi:



Ikki yoki undan ortiq negizli kislotalar vodorod kationlarini birin-ketin ajratib, bosqichli dissotsilanishga uchraydi. Masalan, sulfat kislota ikki bosqichda dissotsilanadi:



3-jadval

Kuchsiz elektrolitlarning dissotsilanish konstantalari

Elektrolit	Dissotsilanish konstantasi tenglamasi	K ning 25 ⁰ C dagi qiymati
NH ₄ OH	$K = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]}$	1,79x10 ⁻⁵
HNO ₂	$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]}$	4,5x10 ⁻⁴
H ₂ SO ₃	$K_1 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HSO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]}$	1,2x10 ⁻²
	$K_2 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{SO}_3^{2-}]}{[\text{HSO}_3^-]}$	6,8x10 ⁻⁸
H ₂ S	$K_1 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]}$	1,08x10 ⁻⁷
	$K_2 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{S}^{2-}]}{[\text{HS}^-]}$	1,0x10 ⁻¹⁵
H ₂ CO ₃	$K_1 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$	4,3x10 ⁻⁷
	$K_2 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]}$	5,6x10 ⁻¹¹
H ₃ PO ₄	$K_1 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]}$	1,1x10 ⁻²
	$K_2 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$	2,0 x10 ⁻⁷
	$K_3 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{PO}_4^{3-}]}{[\text{HPO}_4^{2-}]}$	0,9 x10 ⁻¹²
CH ₃ COOH	$K_1 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$	1,86x10 ⁻⁵

Dissotsilanish birinchi bosqichda kuchliroq bo'ladi. Yuqoridagi tenglamadan ko'rinib turibdiki, H₂SO₄ eritmasida uch xil ion: N⁺, H₂SO₄⁻ va SO₄²⁻ bo'ladi.

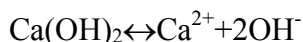
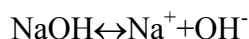
Uch negizli kislotalarning masalan, fosfat kislotalarining dissotsilanishi uch bosqichda boradi:





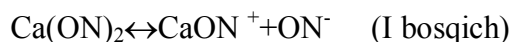
Bu tenglamada dissotsilanish birinchi bosqichda kuchli boradi, uchinchi bosqichda esa juda kuchsiz bo'ladi. H_3PO_4 ning suvdagi eritmasida turli xil: ya'ni vodorod H^+ , digidrofosfat H_2PO_4^- gidrofosfat HPO_4^{2-} va fosfat PO_4^{3-} ionlar mavjud bo'ladi.

Gidroksidlarning (ishqorlarning) dissotsilanishi. Eritmalari dissotsilanganda faqat gidroksid anionlariga parchalanadigan elektrolitlar gidroksidlar deb ataladi. Gidroksidlarning dissotsilanishiga misollar:

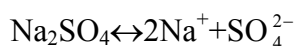
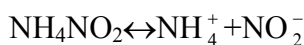
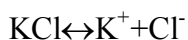


Ko'pchilik gidroksidlar suvda erimaydi. Suvda eruvchi gidroksidlar ishqorlar deb ataladi.

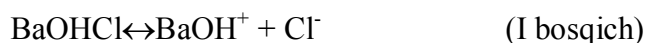
Gidroksidning bitta molekulasini dissotsilanganda hosil bo'lgan gidroksidlar soni shu gidroksidning asosligini ko'rsatadi. Masalan, NaOH bir asosli, Ca(OH)_2 ikki asosli gidroksid. Ikki asosli gidroksidlar ikki bosqichda dissotsilanadi:



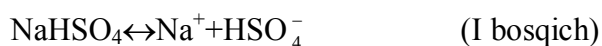
Tuzlarning dissotsilanishi. Tuzlar molekulasining tarkibi va tuzilishiga qarab o'rta (normal), asosli, kislotali, qo'sh va kompleks tuzlarga bo'linadi. Masalan, normal tuz K_2SO_3 - kaliy karbonat, o'rta (nordon) tuz KHSO_3 - kaliy gidrokarbonat, asosli tuz Al(OH)Cl_2 - aluminii gidroksid, qo'sh tuz $(\text{NH}_4)_2\text{Fe(SO}_4)_2 \cdot \text{N}_2\text{O}$ - ammoniy-temir sulfati, Mor tuzi, kompleks tuz $[\text{Cu(NH}_3)_4]\text{SO}_4$ - tetramin mis (II) sulfat. Normal tuzlarning eritmalari dissotsilanganda faqat metall kationi (yoki ammoniy NH_4^+) va kislota qoldig'i anioniga parchalanadi. Masalan:



Asosli tuzlarning eritmalari yoki suyuqlanmalari dissotsilanganda ikki xil turdagi anion: kislota qoldig'i va gidroksid ioni hosil bo'ladi:

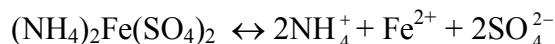


O'rta tuzlarning elektrolitlari ham ikki bosqichda dissotsilanadi va ikki xil turdagi, ya'ni metall kationi bilan vodorod kationi hosil bo'ladi. Masalan, natriy gidrosulfat NaHSO_4 eritmasining dissotsilanishi:

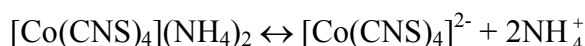
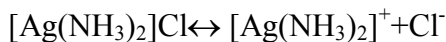




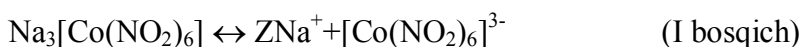
Qo'sh tuzlarning elektrolitlari dissotsilanganda ikki xil turdagi metall kationlari hosil bo'ladi. Masalan, ammoniy-temir (II) sulfatning dissotsilanishi:



Kompleks tuzlarning elektrolitlari dissotsilanganda ikki xil turdagi, ya'ni oddiy va kompleks (murakkab) ion hosil bo'ladi. Kompleks ion ham kation, ham anion bo'lishi mumkin. Masalan:

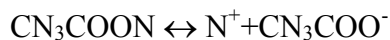


Kompleks ion bosqichli dissotsilanadi:



bu yerda: $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ - kompleks kation $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$ - kompleks anion.

Elektrolit molekularining ionlanish jarayoni qaytar jarayondir. Qarama-qarshi zaryadlangan solvatlar eritmada o'zaro to'qnashganda ularda har xil ishorali zaryadlar bo'lgani uchun tortishib, yana o'zaro birikishi va molekulaning solvatini hosil qilishi mumkin. Gidratlar hosil qiluvchi suvni hisobga olmasdan CN_3COON ning ionlanish jarayonini quyidagicha soddalashtirilgan tenglama bilan ifodalash mumkin:



Har qanday qaytar jarayon kabi ionlanish jarayoni ham kimyoviy muvozanatga olib keladi va u massalar ta'siri qonuniga bo'ysunishi kerak. Demak, quyidagicha yozish mumkin:

$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = K_{\text{dis}} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

yoki umumiy ko'rinishda:

$$\frac{C_K \cdot C_A}{C_M} = K ;$$

bu yerda C_K va C_A - kation va anionlarning konsentratsiyalari, C_M - berilgan elektrolitning ionlanmagan molekulari konsentratsiyasi, K - elektrolitning ionlanish konstantasi. U elektrolitning ionlarga ajralish moyilligi o'lhovidir.

Haqiqatan ham tenglama (1) dan ko'rinadiki, K qancha katta bo'lsa, ionlar konsentratsiyasi C_K va C_A ham shuncha katta, ya'ni berilgan elektrolit shuncha kuchli ionlangan bo'ladi.

Biror elektrolitniig, masalan, CH_3COOH ning har bir ajralayotgan molekulasini bittadan kation H^+ va bittadan anion CH_3COO^- berishini hisobga olib, ionlanish konstantasi tenglamasini boshqacha ko'rinishda yozish mumkin. Agar eritmada C mol/l kislota bo'lib, uning ionlanish darajasi α ga teng bo'lsa, CH_3COOH ning ionlangan mollari soni $C\alpha$ bo'ladi, bundan:

$$C_K = C_A = C\alpha$$

Sirka kislotaning konsentratsiyasi (C) dan ionlarga ajralgan mollar ($C\alpha$) miqdorini ayirsak, uning ionlanmagan molekular miqdori C_M ni topamiz;

$$C_M = C - C\alpha = C(1 - \alpha)$$

C_K , C_A va C_M ning olingan qiymatlarini tenglama (1) ga qo'ysak:

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

Bu tenglama Ostvald suyultirish qonunining ifodasidir. U kuchsiz elektrolitning ionlanish darajasi bilan uning konsentratsiyasi o'rtasidagi bog'lanishni ifodalaydi.

Agar elektrolit ancha kuchsiz va eritma u qadar suyultirilmagan bo'lsa, uning ionlanish darajasi α kichik bo'lib, $(1 - \alpha)$ ning qiymati birdan juda kam farq qiladi. Bunday holda:

$$C\alpha^2 = K \quad \text{va} \quad \alpha = \sqrt{\frac{K}{C}}$$

deb yozish mumkin.

Bundan ko'rinib turibdiki, eritma suyultirilgan sari, ya'ni C ning miqdori kamayishi bilan uning ionlanish darajasi ortib borishi kerak, bu tajribada ham kuzatiladi.

Elektrolitning biror muayyan C konsentratsiyadagi ionlanish darajasi α ni tajribada o'lchab va bu kattaliklarni tenglamaga qo'yib, ionlanish konstantasini topish mumkin. Misollar:

1) 0,1n NH_4OH eritmasida elektrolitning ionlanish darajasini hisoblab toping.

Yechish: Formula (3) ga $K_{\text{NH}_4\text{OH}}$ va C ning son qiymatlarini qo'yamiz:

$$K_{\text{NH}_4\text{OH}} = \frac{[\text{NH}_4] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_{\text{NH}_4\text{OH}}}{C}} = \sqrt{\frac{1,76 \cdot 10^{-5}}{0,1}} = \sqrt{1,76 \cdot 10^{-4}} = 1,33 \cdot 10^{-2} = 1,33 \%$$

2) 0,1 n CH_3COOH eritmasidagi ionlanish darajasini hisoblab toping.

Yechish:

$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,85 \cdot 10^{-5}$$

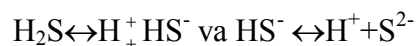
$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,85 \cdot 10^{-5} = 0,0000185$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{\frac{1,85 \cdot 10^{-5}}{0,1}} = 1,35 \cdot 10^{-2} = 1,35 \%$$

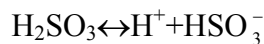
Dissotsilanish konstantasining qiymati bo'yicha elektrolitlarning ko'pchilik darajasini baholash mumkin: K_{dis} ning qiymati qancha kichik bo'lsa, elektrolit shuncha kuchsiz bo'ladi va aksincha, K_{dis} qancha katta bo'lsa, elektrolit shuncha kuchli bo'ladi.

Shuni aytib o'tish kerakki, ikki va ko'p negizli kislotalar eritmasida ularning har xil ionlanish bosqichiga to'g'ri keladigan bir necha muvozanat bo'lib, bularning har biri o'zining ionlanish konstantasi bilan tavsiflanadi.

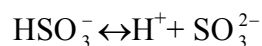
Masalan, sulfid kislotalarning ikki bosqichli ionlanishi uchun:



$$K_{\text{H}_2\text{S}} = \frac{[\text{H}^+][\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]} = 8,9 \cdot 10^{-8} \text{ va } K_{\text{HS}^-} = \frac{[\text{H}^+][\text{S}^{2-}]}{[\text{HS}^-]} = 1,3 \cdot 10^{-8} \text{ bo'ladi.}$$



$$K_{\text{H}_2\text{SO}_3} = \frac{[\text{H}^+][\text{HSO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]} = 1,7 \cdot 10^{-2}$$



$$K_{\text{HSO}_3^-} = \frac{[\text{H}^+][\text{SO}_3^{2-}]}{[\text{HSO}_3^-]} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

Bu tenglamalardan ko'rinib turibdiki:

$$K_{\text{H}_2\text{SO}_3} > K_{\text{HSO}_3^-}$$

Massalar ta'siri qonunini noelektrolitlar va suvda suyultirilgan kuchsiz elektrolitlar uchun qo'llasa bo'ladi. Hamma kuchli elektrolitlar (kislota, ishqor, tuzlar) va kuchsiz elektrolitlarning suvdagi konsentrlangan eritmaları massalar ta'siri qonuniga bo'ysunmaydi. Chunki, bunday eritmadarda ionlararo ta'sir kuchi katta bo'lib (o'zaro tortishish kuchi paydo bo'ladi), ionlarning harakati suyultirilgan kuchsiz elektrolitlardagiga nisbatan kamroqdir.

Savollar

1. Massalar ta'siri qonunini izohlab bering. Muvozanat bo'lganda massalar ta'siri qonunining matematik ifodasi qanday?
2. Muvozanat konstantasi K ning fizik ma'nosi qanday? Massalar ta'siri qonuni analitik kimyoda qaysi holatlarda qo'llaniladi?
3. Reaktiv, reagent degan tushunchalarga izoh bering. Qaytar va qaytmas reaksiyalar.
4. Elektrolitik dissotsilanish nazariyasini kim va qachon kashf qilgan?

5. Elektrolit molekulari suvda eritilganda qanday ionlarga ajraladi?
6. Elektrolitning dissotsilanish darajasi deb nimaga aytiladi?
7. Kuchsiz elektrolitlarning ionlanish dissotsilanish konstantalari nimalarni ifodalaydi?
8. Kislota, asos, tuzlarning dissotsilanishini tushuntirib bering.
9. Ostvaldning suyultirish qonuni. Ionlanish konstantasi nima?
10. O'rta, kompleks tuzlarning dissotsilanishi. Kationlar, anionlar deb nimaga aytiladi?
11. Massalar ta'siri qonunini qachon qo'llasa bo'ladi?

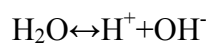
4-MA'RUZA

Suvning ionlanishi va ion ko'paytmasi, vodorod ko'rsatgich, bufer aralashmalar, bufer aralashmaning sig'imi va uning qoidalari, bufer aralashmalarining pHini hisoblash. Birinchi analitik guruh kationlarining umumiy tavsifi.

Tayanch so'zlar:

elektrolit, ionlanish, noelektrolit, vodorod ko'rsatkich.

Analitik kimyoda qo'llaniladigan reaksiyalar ko'pincha, suvdagi eritmalarda olib boriladi. Suv kuchsiz elektrolit bo'lib, juda kam darajada dissotsilanadi:



Suvning ionlanish darajasi juda kichik. Masalan, 25°C da 1l suvning 1:10000000 (yoki 10^{-7}) moligina ionlarga ajraladi.

Modomiki, H_2O ning 10^{-7} molekulasidan ionlanish natijasida bittadan H^+ va OH^- ionlari hosil bo'lar ekan, ularning toza suvdagi konsentratsiyasi

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ g-ion/l bo'ladi.}$$

H_2O ning ionlarga ajralish jarayonini boshqa kuchsiz elektrolitlardagidek, tegishli ionlanish konstantasining qiymati bilan ifodalash mumkin:

$$\frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = K_{dis} = K_{muv}$$

Ionlanish konstantasining qiymatini hisoblash qiyin emas. Ma'lumki, 1l suvning (25°C da) og'irligi 997g. H_2O ning molekular og'irligi 18,02ga to'g'ri keladi. 1l suvda H_2O ning mollar soni 25°C da

$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{997}{18,02} = 55,37 \text{ mol bo'ladi.}$$

Bundan:

$$K_{muv} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = \frac{10^{-14}}{55,37} = 1,8 \cdot 10^{-16}$$

H_2O ni o'ng tomonga o'tkazib, tenglamani soddalashtiramiz:

$$[H^+][OH^-] = K_{\text{muv}} [H_2O]$$

Suv deyarli ionlanmagan molekular holida bo'lgani uchun ionlanish darajasining har qanday o'zgarishi ham suv molekularining konsentratsiyasiga juda kam ta'sir qiladi. Shuning uchun yuqoridagi tenglamada keltirilgan $[H_2O]$ ning miqdori amalda o'zgarmas deb hisoblanadi. Shu bilan birga K_{muv} ning miqdori ham o'zgarmasdir. Demak, hosil bo'lgan tenglamaning o'ng tomoni, binobarin, $[H^+] \cdot [OH^-]$ ko'paytma ham o'zgarmas sonidir. Bu o'zgarmas miqdor suvning ion ko'paytmasi deyiladi va K_{H_2O} bilan ifodalanadi. Shunday qilib, $[H^+][OH^-] = K_{H_2O}$ 25°C da toza suvda $[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-7}$, demak, shu haroratda $K_{H_2O} = 10^{-7} \cdot 10^{-7} = 10^{-14}$. Harorat ko'tarilganda K_{H_2O} miqdori tez oshadi.

$[H^+][OH^-] = K_{H_2O}$ tenglamaning ma'nosi quyidagicha: H^+ yoki OH^- ionlarining konsentratsiyasi qancha o'zgarmasin, ularning ko'paytmasi har qanday suvli eritmada 25°C da 10^{-14} ga teng o'zgarmas qiymatga ega bo'ladi.

Agar toza suvga biror kislota qo'shib, eritmada H^+ ionlari konsentratsiyasi 10^{-7} dan qancha oshirilsa, $[OH^-]$ ionlari konsentratsiyasi shuncha kamayadi va 10^{-7} dan kam bo'lib qoladi. Demak, kislotali eritmada:

$$[H^+] > 10^{-7} > [OH^-].$$

Xuddi shunga o'xshash, ishqoriy eritma, parda:

$$[OH^-] > 10^{-7} > [H^+].$$

Neytral eritmalar da esa:

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}.$$

Demak, har qanday suvli eritmada uning muhiti qanday bo'lishidan qat'iy nazar, H^+ ionlari ham, OH^- ionlari ham bo'lishi kerak.

H^+ ionlarining konsentratsiyasi 1 dan kichik bo'lgan hollarda bu qiymatning manfiy logarifmidan foydalanish qulay, u vodorod ko'rsatkich deb ataladi va pH bilan ifodalanadi:

$$\text{pH} = -\lg[H^+]$$

$[H^+] = 10^{-4}$ bo'lganda $\text{pH} = -\lg[H^+] = -(-4) = 4$. Agar $[H^+] = 5 \cdot 10^{-10}$ bo'lsa, $\text{pH} = \lg 5 \cdot 10^{-10} = (0,70 - 10) = 9,30$ bo'ladi.

Birinchi eritma ($\text{pH}=4$) da $[H^+]$ qiymati 10^{-7} dan katta bo'lgani uchun kislotali muhitga ega. Ikkinchi eritma $\text{pH}=10$ da $[H^+]$ ning qiymati 10^{-7} dan kichik bo'lgani uchun bu eritma ishqoriy muhitga ega bo'ladi.

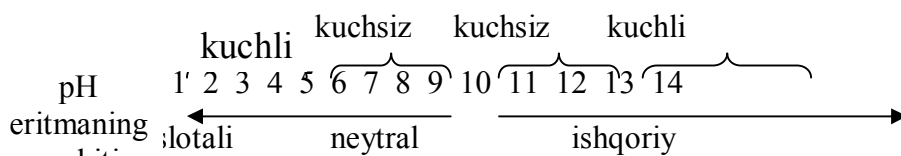
Demak, kislotali eritmalar da $\text{pH}<7$, ishqoriy eritmalar da esa $\text{pH}>7$ va neytral eritmalar da $\text{pH}=7$ bo'ladi. pH kamayishi bilan eritmaning kislotaliligi ortadi, pH ortishi bilan esa ishqoriylik ham ortib boradi. Masalan, $\text{pH}=2$ bo'lganda eritmaning muhiti $\text{pH}=4$ bo'lgandagiga nisbatan ancha kislotali bo'ladi, chunki birinchi holda $[H^+]$ ionlarining konsentratsiyasi (10^{-2}) ikkinchisi

(10^{-4}) ga qaraganda 100 marta ortiq. Shunga o'xshash, $pH=12$ bo'lganda eritmaning muhiti $pH=9$ ga qaraganda ancha ishqoriydir. Haqiqatan ham birinchi holda OH^- ionlarining konsentratsiyasi:

$$\frac{10^{-14}}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-12}} = 10^{-2}.$$

Ikkinchi holda esa u $\frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5}$ ga teng, ya'ni 1000 marta kichik.

pH to'g'risidagi aytilganlarni quyidagi sxemada ko'rsatish mumkin:



Bu sxemada pH ning chetki qiymatlari taxminan 1n HCl eritmasidagi ($pH=0$) va $NaOH$ ning 1n eritmasidagi ($pH=14$) vodorod ionlarining konsentratsiyasiga to'g'ri keladi. $pH<0$ bo'lgan kislotali eritmalar va $pH>14$ bo'lgan ishqoriy eritmalar ham bo'lishi mumkin, lekin eritmalarining kislotali yoki ishqoriyligini 1l eritmadagi kislota yoki ishqorning mollar soni bilan ifodalash qabul qilingan.

Vodorod ko'rsatkich bilan bir qatorda ba'zan gidroksid ko'rsatkich pOH ham qo'llaniladi:

$$pOH = -\lg[OH^-]$$

Agar $[H^+]\cdot[OH^-]=10^{-14}$ tenglamani logarifmlasak va logarifm belgilarini ularning teskari ishoralari bilan almashtirsak:

$$\lg[H^+] + \lg[OH^-] = \lg[10^{-14}],$$

$$-\lg[H^+] + (-\lg[OH^-]) = 14 \lg 10,$$

$$pH + pOH = 14 (25^\circ C \text{ da}) \text{ yoki } pH = 14 - pOH.$$

Eritmadagi pH ning qiymati kislotali va ishqoriy eritmalarda rangi turlicha bo'ladigan maxsus reaktivlar — indikatorlar yordamida aniqlanadi.

Har xil masalalarni yechishda $[H^+]$ ni pH ga va aksincha, pH ni $[H^+]$ ga aylantirib hisoblashga to'g'ri keladi. Xuddi shunga o'xshash, ba'zan biror kislota yoki asosning pH qiymatini hisoblashga to'g'ri keladi va h.k.

Savollar

1. Kuchsiz elektrolitning ionlanish darajasi nimalarga bog'liq?
2. Ostvaldning suyultirish qonuni nimalarni ifodalaydi?
3. K_{dis} qiymati elektrolitlarning nimasini belgilaydi?

4. Noelektrolitlar deb nimalarga aytiladi?
5. Suvning ionlanishini tushuntirib bering.
6. Eritma pH deb nimaga aytiladi?
7. Kuchsiz elektrolit ionlanishida muvozanat siljishiga bir ismli ionning ta'siri qanday?
8. Eritmaning muhiti pH ga qarab qanday aniqlanadi?
9. Indikatorlar deb nimalarga aytiladi?
10. CH_3COOH ning elektrolitik dissotsilanishining matematik ifodasi qanday?

5-MA'RUZA

Cho'kmalar nazariyasi, kristall va amorf cho'kmalar, cho'kmalarnig eruvchanlik ko'paytmasi (EK). Cho'kma eruvchanligiga bir ismli ionlarning ta'siri. Tuz effekti va ion kuchi. Eruvchanlikni EK orqali hisoblash formulalari

Tayanch so'zlar:

eruvchanlik ko'paytmasi, geterogen sistema, faza, to'yingan eritma, effekt.

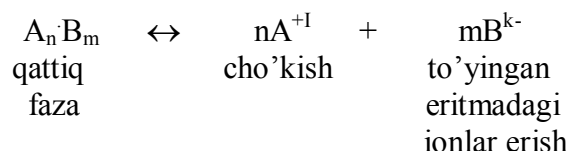
Yuqorida gomogen (bir jinsli) sistemadan iborat elektrolitlar eritmasidagi ionlar muvozanatiga doir misollar ko'rib chiqilgan edi. Analizda anchagina murakkab geterogen (ko'p jinsli) sistemalar bilan ham ish olib borishga to'g'ri keladi. Masalan, moddaning to'yingan eritmasi va uning shu eritmadagi cho'kmasidan iborat sistema, bir-biri bilan aralashmaydigan ikki suyuqlik, suyuqlik va u bilan muvozanatda turgan gaz shunday sistemalaridir.

Analiz jarayonida o'tkaziladigan cho'ktirish reaksiyalarida ana shunday geterogen sistemalar bilan ish ko'riladi, shuning uchun ham ularni o'rganish analitik kimyoda nihoyatda muhimdir.

Ikki va undan ortiq fazadan tashkil topgan kimyoviy va fizik-kimyoviy sistemalar geterogen sistemalar deyiladi. Geterogen sistemaning bir-biridan chegara sirtlar bilan ajraladigan ayrim qismlari faza deyiladi. Masalan, to'yingan eritma va undagi cho'kma geterogen sistemaning ayrim fazalaridir. Fazalar gaz, suyuqlik, qattiq jism bo'lishi mumkin. Shunga ko'ra gaz - suyuqlik, gaz - qattiq modda, suyuqlik - suyuqlik va suyuqlik - qattiq modda tipidagi sistemalarga bo'linadi. Fazalararo jarayonlar analitik kimyoda katta ahamiyatga ega bo'lib, moddalarni aniqlashda, ajratishda keng foydalaniladi. Bu jarayonlar qatoriga cho'kma hosil bo'lishi va erishi, adsorbsiya, suyuqlikdan ekstraksiyalash, qattiq jismdan ekstraksiya qilish va analitik haydashlar kiradi. Bu yerda analitik kimyoda qo'llaniladigan, ya'ni moddalarni ajratish va analitik reaksiyalarni olib borishga doir jarayonlarni ko'rib chiqamiz.

Analizda cho'ktirish reaksiyalarida geterogen sistemalar bilan ish ko'riladi, shu sababli bu reaksiyalarga mukammalroq to'xtalib o'tamiz. Cho'kma va eritma ikki faza, ya'ni qattiq va suyuq fazadan iborat. Eritmalarda yaxshi erimaydigan cho'kmalar hosil bo'lib, cho'kma bilan eritma orasida dinamik muvozanat qaror topadi. Modda molekulasining oz qismi cho'kmadan eritmaga ion holida o'tsa, shunday molekulalar eritmadan cho'kmaga o'tadi.

Agar kam eruvchan elektrolitning tarkibi $A_n \cdot B_m$ formulaga muvofiq kelsa, uning elektrolitik dissotsilanish tenglamasi:



Bu yerda i^+ va k^- kation va anionning zaryadini bildiradi.

Qattiq fazasi bilan dinamik muvozanatda bo'lgan eritma to'yingan eritma deyiladi.

Muvozanat paytida o'zgarmas haroratda yuqorida yozilgan tenglama ham massalar ta'siri qonuniga bo'ysunadi, shu sababli quyidagicha yozish mumkin:

$$K = \frac{[A^{i+}]^n \cdot [B^{k-}]^m}{[A_n \cdot B_m]}$$

yoki, $[A_n B_m]$ cho'kmaning konsentratsiyasi o'zgarmas deb qabul qilinsa, unda

$$K[A_n B_m] = [A^{i+}]^n \cdot [B^{k-}]^m$$

bu yerda K - muvozanat konstantasi.

Muvozanat konstantasini ham, dastlabki moddaning berilgan haroratdagi konsentratsiyasini ham o'zgarmas deb qabul qilsak, eruvchanlik ko'paytmasi ham o'zgarmas bo'ladi:

$$K[A_n B_m] = EK_{A_n B_m} = \text{const}$$

$$EK_{A_n B_m} = [A^{i+}]^n \cdot [B^{k-}]^m$$

Masalan, qiyin eriydigan cho'kma $Ba_3(PO_4)_2$ uchun

$$\mathcal{E}K_{Ba_3(PO_4)_2} = [Ba^{2+}]^3 \cdot [PO_4^{3-}]^2$$

Moddaning eruvchanlik ko'paytmasi shu moddaning tabiatiga, haroratga va erituvchiga bog'liq.

Cho'kma hosil bo'lishi va uning erishi bilan EK orasidagi bog'lanish. Eruvchanlik qoidasiga muvofiq qiyin eriydigan elektrolit ionlari konsentratsiyalarining ko'paytmasi - «ionlar ko'paytmasi» berilgan temperaturada eruvchanlik ko'paytmasiga teng bo'lgandagina eritma shu elektrolitga nisbatan to'yingan bo'ladi.

Aksincha, ionlar ko'paytmasi eruvchanlik ko'paytmasidan ortiq bo'lsa, eritma o'ta to'yingan bo'ladi va bunday eritmada erigan moddaning bir qismi vaqt o'tishi bilan qattiq faza holida ajraladi (cho'kadi).

Haqiqatan ham elektrolitning ionlar konsentratsiyasini oshirish bilan shu elektrolit ionlarining qattiq faza sirtiga cho'kish tezligini oshiramiz. Ionlar ko'paytmasining qiymati eruvchanlik ko'paytmasi qiymatiga tenglashganda har ikkala tezlik - erish va cho'kish tezliklari baravarlashadi. Agar ionlar ko'paytmasining qiymati yanada ko'proq ortib, eruvchanlik ko'paytmasi qiymatidan oshib ketsa, u holda cho'kish jarayonining tezligi erish jarayonining tezligidan ortib ketadi va eritmada cho'kma ajrala boshlaydi. To'yingan eritma o'ta to'yingan eritmaga aylanadi.

Shunday qilib, qiyin eruvchan elektrolitning to'yingan eritmasidagi ionlar konsentratsiyasining ko'paytmasi ayni haroratda va bosimda doimiy qiymatga ega bo'ladi.

Eruvchanlik ko'paytmasi qoidasiga muvofiq cho'kmalar hosil bo'lishini tushuntiramiz. Ionlar konsentratsiyasining ko'paytmasi eruvchanlik ko'paytmasidan kam bo'lsa, eritma to'yinmagan bo'ladi.

Aksincha, ionlar konsentratsiyasining ko'paytmasi eruvchanlik ko'paytmasidan ortiq bo'lsa, eritma o'ta to'yingan bo'ladi va bunda eritmada erigan moddaning bir qismi vaqt o'tishi bilan qattiq faza holida ajraladi, ya'ni cho'kmaga tushadi. To'yingan va to'yinmagan eritmalarda cho'kma hosil bo'lmaydi.

Biror eritmaning to'yinmagan eritmasini to'yingan va hatto o'ta to'yingan eritmaga aylantirish mumkin. Buning uchun unga tarkibida shu eritmada biror ion bilan bir ismli ion bor elektrolit quyish kerak.

Masalan, BaSO₄ eritmasiga SO₄²⁻ ion beradigan elektrolit (masalan H₂SO₄) qo'shilsa, eritmada SO₄²⁻ ionining miqdori ko'payib boradi va [SO₄²⁻][Ba²⁺] qiymat eruvchanlik ko'paytmasi qiymatidan ortib ketadi. Natijada BaSO₄ cho'kmaga tusha boshlaydi va aksincha, bu ionlardan birortasi kamaytirilsa, cho'kma erishi mumkin.

$$\text{BaSO}_4 \downarrow \rightarrow \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$$

$$\mathcal{EK}_{\text{BaSO}_4} = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 1,05 \cdot 10^{-10} \text{ g ion/l, bundan}$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = 1,02 \cdot 10^{-5}.$$

a) To'yingan eritmada

$$[\text{Ba}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = \mathcal{EK}_{\text{BaSO}_4}$$

$$1,0 \cdot 10^{-5} \cdot 1,02 \cdot 10^{-5} = 1,05 \cdot 10^{-10}.$$

b) To'yinmagan eritmada

$$[Ba^{2+}]=[SO_4^{2-}]\leq EK_{BaSO_4}$$

$$1,02\cdot 10^{-6}\cdot 1,0\cdot 10^{-6}<1,05\cdot 10^{-10}.$$

v) O'ta to'yingan eritmada

$$[Ba^{2+}]=[SO_4^{2-}]\geq EK_{BaSO_4}$$

$$1\cdot 10^{-4}\cdot 1\cdot 10^{-4}>1,05\cdot 10^{-10},$$

ya'ni ionlar konsentratsiyasining ko'paytmasi EK dan 100 marta katta bo'ladi.

Masalan, qiyin eriydigan cho'kma $Ba_3(PO_4)_2$ uchun

$$EK_{Ba_3PO_4} = [Ba^{2+}] \cdot [PO_4^{3-}]^2.$$

Moddaning eruvchanligi ma'lum bo'lsa, undan foydalanib EK ning qiymatini hisoblash mumkin. Aksincha, EK ning qiymatidan foydalanib, moddaning eruvchanligini (1 l eritmada) molekullar yoki grammlar sonini) aniqlasa bo'ladi.

Savollar

1. Kationlar II analitik guruhining umumiy tavsifi.
2. Eruvchanlik ko'paytmasi nima?
3. Geterogen sistemalardagi muvozanatni tushuntirib bering.
4. Faza deb nimaga aytiladi?
5. To'yingan eritma deb nimaga aytiladi?
6. Cho'kma hosil bo'lishi va uning erishi bilan eruvchanlik ko'paytmasi orasidagi bog'lanish.
7. Cho'kmalar erishi.
8. Tuz effekti deb nimaga aytiladi?
9. Eruvchanlik ko'paytmasi qiymati nimalarni belgilaydi?
10. Cho'kmalarning qisman yoki to'liq erish sharoitlarini izohlab bering.

6-MA'RUZA

Tuzlarning gidrolizi va tahlildagi ahamiyati. Gidroliz konstantasi va gidroliz darajasi. 2-5 analitik guruh kationlarining umumiy tavsifi

Tayanch so'zlar:

bufer, sistema, sig'im, aralashma, eritma, ion.

Tuzlar gidrolizi

Guruh kationlariga yoki ayrim kationga xos analitik reaksiyalar o'tkazilayotganda ba'zi kationlar tuzlarining gidrolizi, gidroksidlarining amfoterligi, oksidlanish darajasining o'zgarishi kabi kimyoviy hodisalarga duch kelinadi. Bundan tashqari, analiz jarayonida eritmada kompleks birikmalar kolloid eritmalarining hosil bo'lish hollari ham uchrab turadi. Bular orasida tuzlarning gidrolizi muhim ahamiyatga ega.

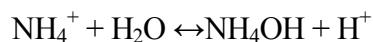
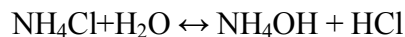
Erigan tuz ionlarining suv ionlari H^+ va OH^- bilan o'zaro ta'siri gidroliz deyiladi.

Agar suvda H^+ ionlari tuz ionlari bilan biriksa, eritmada ortiqcha OH^- ionlar hosil bo'lib, bunda muhit ishqoriy bo'lib qoladi ($pH > 7$). Agar tuz ionlari o'ziga OH^- ionlarini biriktirib olsa, eritmada H^+ ionlar ortiqcha bo'lib qoladi. Eritma kislotali muhit namoyon qiladi ($pH < 7$).

Tuzlarning gidrolizi uch xil bo'ladi.

1. Kuchli kislota va kuchsiz asosdan hosil bo'lgan tuzlar

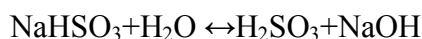
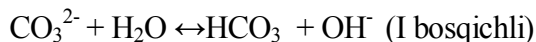
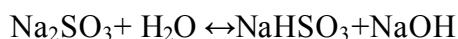
(NH_4Cl , $CuSO_4$, $ZnCl_2$) (kation bo'yicha gidrolizlanadi), masalan:



Tuz kationi ko'p zaryadli bo'lsa, gidroliz bosqichli o'tadi.

2. Kuchli asos va kuchsiz kislotadan bo'lgan tuzlar (Na_2SO_3 , KCN)

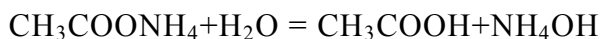
gidrolizi (anion bo'yicha gidroliz):



3. Kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizi (gidroliz kation va anion orqali o'tadi).

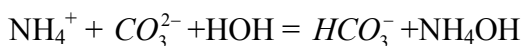
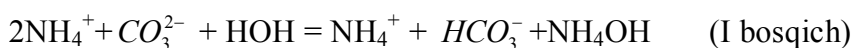
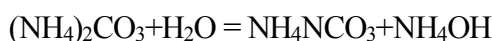
Bu tuzlarning eritmaları gidroliz natijasida hosil bo'ladigan asos va kislotalarning dissotsilanish konstantasining qiymatlari bir-biriga yaqin bo'lganda, ya'ni ularning kuchi amalda teng bo'lgandagina neytral muhitga ega bo'ladi. Kuchsiz kislota va unga nisbatan kuchliroq asosdan hosil bo'lgan tuzlarning eritmasi gidroliz tufayli ishqoriy muhitga ega bo'ladi, masalan: $(NH_4)_2S$, $(NH_4)_2CO_3$ ($pH=9,2$).

Ammoniy asetat $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ tuzi — kuchsiz ishqor NH_4OH kationi va kuchsiz kislota anionidan hosil bo'lgan tuzning gidrolizini ko'rib chiqamiz:



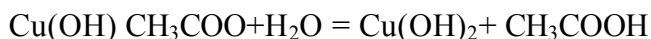
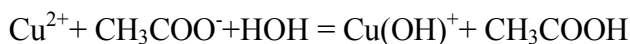
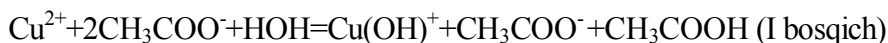
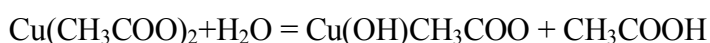
Gidroliz natijasida kuchsiz ishqor va kuchsiz sirka kislota hosil bo'ladi. NH_4OH ($1,76 \cdot 10^{-5}$) va CH_3COOH ning dissotsilanish konstantasi $1,76 \cdot 10^{-5}$ deyarli baravar bo'lganligi sababli H^+ va OH^- ionlari ham o'zaro teng miqdorda bog'lanadi va shuning uchun ham eritmaning muhiti amaliy jihatdan neytral ($\text{pH}=7$) bo'ladi.

Ko'p negizli kuchsiz kislota anionlari hosil qilgan tuzlar bosqichli gidrolizlanadi, bunda oraliq mahsulot sifatida nordon tuzlar hosil bo'ladi. Masalan, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ - kuchsiz ishqor kationi va kuchsiz H_2CO_3 kislota anionidan hosil bo'lgan tuz quyidagicha gidrolizlanadi:



Gidroliz natijasida $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ tuzi I bosqichda HCO_3^- anionlari va NH_4OH gidroksid hosil qiladi. NH_4OH ning dissotsilanish darajasi HCO_3^- ning dissotsilanish darajasidan ancha kattaroq, shuning uchun eritma muhiti kuchsiz ishqoriy bo'ladi.

$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ — mis atsetat kuchsiz gidroksid kationi va kuchsiz kislota anionidan hosil bo'lgan tuzning suvdagi gidrolizini quyidagicha yozish mumkin:



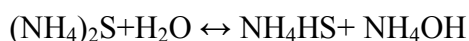
Reaksiya tenglamalaridan ko'rinib turibdiki, gidroliz ham kation, ham anion bo'yicha ketadi. Gidroliz natijasida kuchsiz gidroksid $\text{Cu}(\text{OH})_2$ va kislota CH_3COOH hosil bo'ladi. CH_3COOH ning dissotsilanish darajasi $\text{Cu}(\text{OH})_2$ nikiga qaraganda kattaroq, shuning uchun gidrolizlanishda eritmaning muhiti kuchsiz kislotali bo'ladi.

Kuchli asos va kuchli kislota dan hosil bo'lgan tuzlar. Bunday tuzlar gidrolizlanmaydi, chunki ular suvda eriganda suvning dissotsilanishdan hosil bo'ladigan H^+ ionlari ham, OH^- ionlari ham o'zaro bog'lanmaydi, bunda hosil bo'ladigan kislota ham, asos ham kuchli bo'ladi, eritmada to'la dissotsilanadi.

Suv ionlari bog'lanmaganligi uchun eritmaning pH ham o'zgarmaydi. Demak, bu holda tuz eritmasining pH tuzni eritish uchun ishlatilgan suvning pHi bilan belgilanadi (pH=7).

Analitik tajribada tuzlarning gidrolizlanishi tez-tez uchrab turadi. Ko'p hollarda u analitik reaksiyani o'tkazishga xalaqit beradi, shuning uchun uning sodir bo'lishiga yo'l qo'yilmaydi.

Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} ionlarini ammoniy sulfid bilan cho'ktirishda gidrolizlanishning oldini olish uchun NH_4OH ning suvdagi eritmasidan qo'shish kerak:



Ba'zan Al^{3+} , Fe^{3+} ionlari eritmadan natriy atsetat CH_3COONa yordamida cho'ktiriladi. Eritmani suv bilan suyultirish va qizdirish temir tuzlarining gidrolizlanishini kuchaytiradi va asosli tuzlarni cho'kmaga tushirishga olib keladi:



Kimyoviy Tahlil vaqtida cho'ktirish, eritish, rangli birikmalar hosil qilish kabi jarayonlarda eritmadagi vodorod ionlarining konsentratsiyasi (pH) ni zaruriy qiymatda saqlab turish kerak. Buning uchun analitik reaksiyalarni bufer eritmali muhitda olib borish tavsiya etiladi. Buferli eritmalarining pH qiymati eritma suyultirilganda yoki konsentratsiyasi oshirilganda, aralashmaga kislota yoki ishqor qo'shilganda nihoyatda kam o'zgaradi.

Ko'pchilik analitik reaksiyalarda ionlarni ajratish suvli eritmada muhitni o'zgartirmasdan olib boriladi. Masalan:

1. I, II guruh kationlarini cho'ktirish uchun $\text{pH} = 9,2$ bo'lishi shart.
2. Ba^{2+} ionlarini $\text{K}_2\text{Sg}_2\text{O}_7$ bilan cho'ktirish uchun $\text{pH} = 4 \div 5$ bo'lishi kerak.
3. Ko'pchilik kationlarning organik reaktivlar bilan birikmalari ma'lum bir pHda hosil bo'ladi. Eritmaning pHini deyarli doimiy o'zgartirmay ushlab turish uchun bufer eritmalar ishlatiladi.

Toza suvga kuchli kislota yoki kuchli ishqordan oz miqdorda qo'shilsa, eritmaning pHi keskin o'zgaradi. Kuchsiz asos va uning tuz aralashmasiga oz miqdorda kuchli kislota yoki ishqor qo'shilsa, eritma pH ning o'zgarishi butunlay boshqacha bo'ladi. Shunday qilib, eritmada bunday (bufer) aralashmaning bo'lishi eritma pHini o'zgartiradigan har qanday omillarning ta'sirini kamaytirib, undagi H^+ va OH^- ionlarning konsentratsiyasini ma'lum miqdorda saqlab turadi. Ana shunday eritmalar, aralashmalar, rostlovchilar (regulator) bufer sistemalar deyiladi.

Bufer sistemalar bir vaqtning o'zida biror kuchsiz kislota va uning tuzidan, kuchsiz asos va uning tuzidan, yoki o'rta kuchsiz kislota va shunga muvofiq keladigan tuz aralashmasidan tayyorlanadi.

Bufer ta'sirining mohiyati quyidagicha: bufer aralashma tarkibiga kirgan birikmalardan bittasi vodorod ionini va boshqasi gidroksid ionini bog'lab, kuchsiz elektrolitning (kislota, suv yoki asos) molekulasini hosil qiladi.

Agar bir litr suvda 0,01 mol HCl eritilsa, xlorid kislotaning 0,01 H eritmasi hosil bo'lib, bu eritmada H^+ ionlarining konsentratsiyasi 10^{-2} bo'ladi. Demak, bunda eritmaning pH i 7 dan 2 gacha kamayadi. Bir litr toza suvda 0,01 mol o'yuvchi natriy eritilsa, eritmaning pH i 14 dan 12 gacha kamayishini hisoblab topish mumkin: $pOH=2$; $pH=14-2=12$.

Kuchli kislota va ishqorlarning juda suyultirilgan eritmalariga yoki kuchsiz kislota va asoslarning konsentrlangan eritmalariga oz miqdorda kuchli kislota yoki ishqor qo'shilsa, pH keskin o'zgaradi.

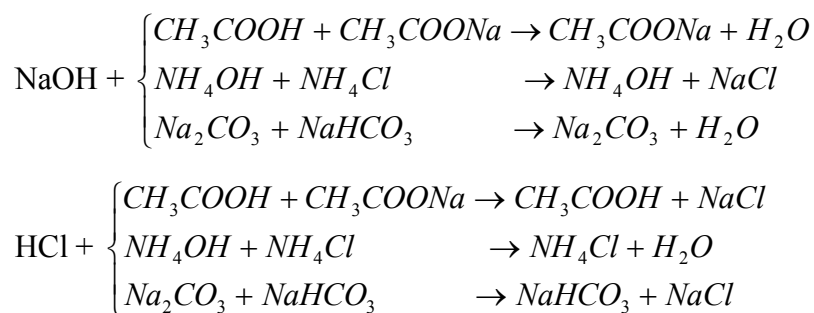
Masalan, pH i 5 ga teng bo'lgan $1 \cdot 10^{-5}$ M HCl eritmasi ga 0,01 M HCl qo'shilsa, eritmada kislotaning umumiy konsentratsiyasi $10^{-5}+10^{-2}=10^{-3}$ g-ion/mol bo'ladi va eritmaning pH i 5 dan 3 gacha o'zgaradi, ya'ni ikki birlikka kamayadi. $1 \cdot 10^{-5}$ M HCl eritmasiga 0,01 mol NaOH qo'shilganda NaOH ning eritmada konsentratsiyasi $10^{-2}+10^{-5}=10^{-3}$ M ga teng bo'ladi. Natijada bu eritmaning $pOH=2$ ga teng bo'lib, $pH=12$ bo'ladi. Demak, o'yuvchi natriy qo'shilishi natijasida eritmaning pH i 7 birlikka o'zgaradi.

Kuchsiz kislota va uning tuzi aralashmasiga oz miqdorda kuchli kislota yoki ishqor qo'shilsa, pH ning o'zgarishi butunlay boshqacha bo'ladi. Haqiqatan ham, konsentratsiyalari 0,1 M bo'lgan CH_3COOH va CH_3COONa aralashmasining bir litriga 0,01 mol HCl qo'shilsa, eritmada H^+ ionlarining konsentratsiyasi, yuqorida ko'rganimiz kabi, ko'p ortmaydi, chunki bu ionlar erkin holatda qolmasdan, darhol tuzning CH_3COO^- ionlari bilan bog'lanib, ionlangan molekulaga aylanadi.

Shunday qilib, eritmada kuchsiz kislota va uning tuzi bo'lishi eritmaning pH ni o'zgartiradigan har qanday omillarning ta'sirini kamaytirib, undagi H^+ ionlarining konsentratsiyasini ma'lum miqdorda saqlab turadi. Bunday aralashmalar regulator yoki bufer aralashmalar deyiladi. Masalan:

pH	1-2	3-4	4-5	5-6	9-10
bufer aralashmalar	$\left\{ \begin{matrix} HCl \\ KCl \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} HCOOH \\ HCOONa \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} CH_3COOH \\ CH_3COONa \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} Na_2HPO_4 \\ NaH_2PO_4 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} NH_4OH \\ NH_4Cl \end{matrix} \right\}$	

Har qanday bufer eritma aralashmasiga faqat aniq miqdorda kislota yoki asosni qo'shib, eritmaning pH ni doimiy (juda kam o'zgaradigan) saqlash mumkin. Masalan, bufer aralashmalarga xlorid kislota yoki natriy gidroksidning oz miqdorini qo'shganda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi.



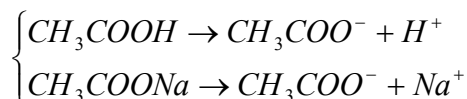
Eritmaga kiruvchi H^+ yoki OH^- ionlari dissotsilanish darajasi kam bo'lgan sirka kislota molekullari holida bog'lanadi, yoki dissotsilanmagan suv molekulasiga bog'lanadi. Biroq bu ionlarning kamayishi sirka kislota molekulasining dissotsilanishi hisobiga to'ldirib turiladi. Shunday qilib, eritmaning pHi kislota yoki ishqor qo'shilgandan keyin amalda o'zgarmaydi.

Bufer sistemalar ikkita parametr, ya'ni hosil qilingan pH qiymati va bufer sig'imi bilan ta'riflanadi. Bufer sistemaning pH qiymati haqida va uning ta'rifi yuqorida aytib o'tildi. Endi bufer sig'imi haqida to'xtalib o'tamiz. Bufer sig'imi eritmalar aralashmasining buferligi o'lchovidir. Bufer eritmaning bufer sig'imi qancha katta bo'lsa, u shuncha ko'p miqdordagi kislota yoki ishqor ta'siridan o'zining pH qiymatini o'zgartirmay saqlay oladi.

1 litr bufer eritmaga qo'shilganida eritma pHini bir kattalik o'zgartirish uchun sarflanishi kerak bo'lgan kuchli kislota yoki asosning g-ekvivalentlar soni ayni eritmaning bufer sig'imi deb ataladi.

Bufer aralashmaning pHini hisoblash

Ushbu bufer aralashmani ko'rib chiqamiz:



CH_3COOH kuchsiz kislota bo'lganligi uchun eritmada deyarli ionlanmagan molekullar holida bo'ladi. Bundan tashqari, kislota ionlanishi bir xil ionli tuz ishtirokida yana ham kamayadi. Shuning uchun kislota ionlanmagan molekullari konsentratsiyasi uning eritmada umumiy konsentratsiyasiga teng, ya'ni $[\text{CH}_3\text{COOH}] \approx C_{\text{kisl}}$, deb qabul qilish mumkin.

Biroq CH_3COONa tuzi to'liq dissotsilangan, CH_3COOH juda kam dissotsilangan, demak eritmada deyarli hamma CH_3COO^- anionlari tuzning dissotsilanishidan hosil bo'ladi. Tuzning har bir dissotsilangan molekulasiga bittadan CH_3COO^- ion bergani uchun quyidagicha yozamiz:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] \approx C_{\text{tuz}}$$

Bularning hammasini hisobga olib, sirka kislota ionlanish konstantasi tenglamasidan $[\text{H}^+]$ ning qiymatini aniqlaymiz:

$$K_g = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

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

yoki

$$[H^+] = K_{kisl} \frac{C_{kisl}}{C_{tuz}}$$

Bu tenglamani logarifmlab, ishoralarini teskarisiga almashtirsak:

$$-\lg[H^+] = -\lg K_{kisl} - \lg \frac{C_{kisl}}{C_{tuz}}$$

yoki

$$pH = pK_{kisl} - \lg \frac{C_{kisl}}{C_{tuz}}$$

bo'ladi. Bu yerda $pH = -\lg[H^+]$, $pK_{kisl} = -\lg K_{kisl}$ kislota kuchi ko'rsatkichi. Endi kuchsiz asoslar bilan ular tuzlarining aralashmasini ko'rib chiqamiz, Masalan, $NH_4OH + NH_4Cl$. Bunda NH_4OH ning ionlanish konstantasi tenglamasi:

$$K_{NH_4OH} = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_4OH]}$$

Bu tenglamadan $[OH^-]$ ning qiymatini topamiz:

$$[OH^-] = K_{NH_4OH} \cdot \frac{[NH_4OH]}{[NH_4^+]} = K_{asos} \frac{C_{asos}}{C_{tuz}}; \dots [OH^-] = K_{asos} \frac{C_{asos}}{C_{tuz}}$$

Bu tenglamani ham logarifmlab, ishoralarini teskariga almashtirsak:

$$-\lg[OH] = -\lg K_{asos} - \lg \frac{C_{asos}}{C_{tuz}}$$

yoki

$$pOH = pK_{asos} - \lg \frac{C_{asos}}{C_{tuz}}$$

Lekin, $pH + pOH = 14$ bo'lgani uchun $pH = 14 - pOH$ yoki

$$pH = 14 - pK_{asos} + \lg \frac{C_{asos}}{C_{tuz}}$$

Tenglamadagi nisbat $\frac{C_{kisl}}{C_{tuz}}$ yoki $\frac{C_{asos}}{C_{tuz}}$ lar 1/10 yoki 10/1 ga teng bo'lishi mumkin. Unda $pH =$

$pK_{kisl} \pm 1$ yoki $pOH = 14 - pK_{kisl} \pm 1$ bo'ladi.

Bufer ta'siri yuqori bo'lishi uchun bufer aralashmadagi kislota va uning tuzi yoki asos va uning tuzining konsentratsiyalari yuqori bo'lishi kerak (1 M gacha).

I guruh kationlarining umumiy xususiyatlari

Birinchi analitik guruhga K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} kationlari kiradi. Bu guruh kationlarining hammasi rangsiz, shuning uchun ham anion rangli bo'lgan taqdiridagina (masalan CrO_4^{2-} ,

MnO_4^- , va b.) ularning tuzlari ham rangli bo'ladi. Kaliy, ammoniyni deyarli hamma tuzlari va gidroksidlari suvda eriydi. Birinchi guruh kationlari bir valentlikka ega (Mg^{2+} dan tashqari). Bu guruhdagi barcha kationlarni cho'ktiruvchi reagent yo'q.

Ammoniy tuzlari suvdagi eritmalarida gidrolizlanadi, qizdirilganda parchalanib, ammiak $\text{NH}_3\uparrow$ uchib ketadi. Ammoniy ionlarini tuzlaridan (eritmalaridan) yo'qotishda shu xossasidan foydalaniladi.

4-jadval

I guruh kationlarining reaksiyalari

Reagentlar	Kationlar			
	K^+	Na^+	NH_4^+	Mg^{2+}
$\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	Oq kristall cho'kma $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	-	Oq kristall cho'kma $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	-
$\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$	Sariq kristall cho'kma $\text{K}_2\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$	-	Sariq kristall cho'kma	-
KH_2SbO_4	-	Oq kristall cho'kma NaH_2SbO_4	Oq amorf cho'kma HSbO_3	Oq kristall cho'kma
$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}+$ $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{UO}_2+$ CH_3COOH	-	Sarg'ish kristall cho'kma, ruh natriy uranli asetat	-	-
KOH , NaOH	-	-	NH_3 ajralib chiqadi	Oq amorf cho'kma
Nessler reaktivi $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]+\text{KOH}$	-	-	Qizil-qo'ng'ir cho'kma	Oq amorf cho'kma
Na_2HPO_4 NH_4Cl $+\text{NH}_4\text{OH}$ ishtirokida	-	-	-	Oq kristall cho'kma
Oksixinolin	-	-	-	Yashil-sarg'ish cho'kma
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3+\text{NH}_4\text{OH}$ + $+\text{NH}_4\text{Cl}$	-	-	-	-
Alanganing bo'yalishi	Binafsha	Sariq	-	-

Savollar

1. Bufer eritmalar deb nimalarga aytiladi?
2. Bufer eritmalarining analitik kimyodagi roli.

3. Bufer sistemaning vazifasi nimalardan iborat?
4. Bufer eritmalar qanday tayyorlanadi?
5. Bufer sig'im nima?
6. Bufer aralashmaning pHi qanday hisoblanadi?
7. Bufer aralashma nima?
8. Birinchi analitik guruh kationlarining umumiy tavsifi.
9. NH_4^+ ionini aniqlash.
10. K^+ ionini aniqlash.
11. Birinchi analitik guruh kationlarini analiz qilish tartibi qanday?

7-MA'RUZA

Amfoterlik, tahlildagi ahamiyati kompleks birikmalar va ularning barqarorlik konstantalari, tahlildagi ahamiyati. Anionlar klassifikatsiyasi va quruq tuzning tahlili.

Tayanch so'zlar:

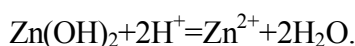
amfoterlik, guruh reagenti, gidroliz, konstanta, daraja, kompleks.

Bir qator moddalar eritmalarda sharoitga qarab ham kislota, ham asos xossalarini namoyon qiladi. Ma'lumki, tipik metallarning gidroksidlari asoslardir.

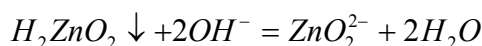
Metallmaslarning va ba'zi metallarning gidroksidlari o'zlarining kimyoviy xossalari jihatidan gidroksidlarga qarama-qarshi bo'lgan birikmalar sinfi - kislotalar qatoriga kiradi. Shunday gidroksidlar ham borki, ular ham kislota, ham asos xossalarini namoyon qiladi, ular amfoter gidroksidlar, bu hodisaning o'zi esa amfoterlik deyiladi.

Amfoter gidroksidlarga $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Pb}(\text{OH})_2$ va boshqalar kiradi.

Amfoter gidroksidga misol sifatida ruh gidroksidining ayrim xossalarini ko'rib chiqamiz. $\text{Zn}(\text{OH})_2$ boshqa asoslar singari kislotalarda erib, tuz hosil qiladi va asos xossalarini namoyon qiladi:



Ammo $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ishqorlarda ham eriydi va sinkatlar hosil qiladi:



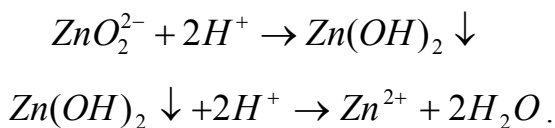
Ruh gidroksidining ortiqcha miqdordagi ishqorda erishi quyidagi tenglama bo'yicha boradi:



ya'ni, kompleks anion hosil bo'ladi.

Kislotali eritmalarda ruh ionlari asosan, $\text{Zn}(\text{OH})_2$ kationlari holida, ishqorli muhitda esa ZnO_2^{2-} anionlari holida bo'ladi.

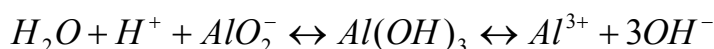
Agar ZnO_2^{2-} ionini Zn^{2+} kationlariga aylantirish kerak bo'lsa, eritmaga kislota qo'shish zarur. Bunda avval $Zn(OH)_2$ cho'kmasi hosil bo'ladi, so'ngra u ortiqcha qo'shilgan kislota erib ketadi:



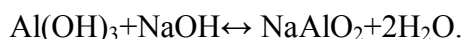
Umumiy holda quyidagicha yozish mumkin:



Amfoter gidroksidlarning asos xossalari kislotali muhitda, kislota xossalari esa ishqoriy muhitda namoyon bo'ladi. Masalan, $Al(OH)_3$ ham asos, ham kislota xossalarini namoyon qiladi va suvdagi eritmalarida H^+ hamda OH^- ionlarini hosil qilib dissotsilanadi:



Shuning uchun aluminiy gidroksid kislotalarda ham, ishqorlarda ham eriydi. $Al(OH)_3$ ning o'yuvchi ishqorda erishi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Haqiqatda aluminiy gidroksid $Al(OH)_3$ ishqorlar ta'sirida tarkibida $[Al(OH)_4]^-$ anioni bo'lgan gidroksotuzlar hosil qiladi:



Amfoter gidroksidlardagi metall ionlarining amfoterlik xossalaridan foydalanib, ularni III guruhning boshqa kationlaridan ajratish mumkin. KON ta'sirida III guruhning barcha kationlari gidroksidlar ko'rinishida cho'kadi. Ammo ortiqcha ishqor ta'sir ettirilganda $Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$ va $Zn(OH)_2$ gidroksidlar eriydi. Ular eritmada sinkat ZnO_2^{2-} , aluminat AlO_2^- va xromit CrO_2^- anionlari holida bo'ladi.

Sifat analizida amfoterlikdan ionlarni ajratishda, ularning eritma tarkibida borligini isbotlash uchun ham foydalaniladi. Masalan, aralashmada Al^{3+} , Zn^{2+} , Rb^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} kationlar bo'lgan eritmaga natriy gidroksid NaOH ni qo'shsak, ionlarning bir qismi cho'kmaga tushadi: $Fe(OH)_3$, $Mn(OH)_2$, $Ni(OH)_2$, $Co(OH)_2$; eritmada esa AlO_2^{2-} , ZnO_2^{2-} , PbO_2^{2-} ionlar qoladi.

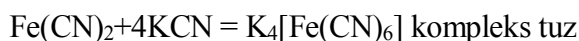
Kompleks birikmalar

Tarkibiga kompleks ionlar kirgan elektrolitlar kompleks birikmalar jumlasiga kiradi. Kompleks birikmalar markaziy ion (atom) va uni o'rab olgan ligandlardan, ya'ni addendlardan tuzilgan.

Addendlar deb ataluvchi manfiy ionlar yoki neytral molekular koordinatlangan, ya'ni bog'langan bo'ladi. Kompleks hosil qiluvchi ionlar addendlar bilan birgalikda kompleks birikmaning ichki koordinatsion sferasini tashkil qiladi. Ko'pchilik koordinatsion birikmalarda

ichki sferadan tashqari, manfiy yoki musbat ionlardan iborat tashqi koordinatsion sfera ham bo'ladi.

Qo'shaloq tuzlar kabi, kompleks birikmalar ham o'rta tuzlarning o'zaro birikib, ancha murakkabroq tarkibli birikmalarga aylanishidan hosil bo'ladi, masalan:



Kompleks tuzlar qo'shaloq tuzlardan dissotsilanish xarakteri jihatdan farq qiladi:



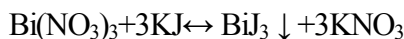
Kompleks tuz $K_4[Fe(CN)_6]$ suvdagi eritmada K^+ kationiga va $[Fe(CN)_6]^{4-}$ kompleks anioniga dissotsilanadi, bu anionda Fe^{2+} ionini ham, CN^- ionini ham aniqlab bo'lmaydi, chunki ular eritmada erkin holda uchramaydi.

Sifat va miqdoriy analizda ko'pchilik elementlarni topish va miqdorini aniqlashda tayyor kompleks tuzlar ishlatiladi yoki reaksiya natijasida kompleks birikmalar hosil qilinadi. Kompleks tuzlar yuqori tartibdagi birikmalarga kiradi, ularning tarkibida bir yoki ikkita kompleks ion bo'ladi.

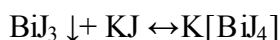
Kompleks birikmalar yoki ionlar qattiq holatda ham, eritma holida ham bir xil tarkibga ega bo'ladi.

Kompleks birikmalarning olinish usullari quyidagicha:

1. Biriktirish usuli:



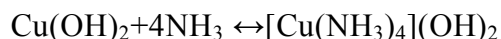
Vismut yodid BiJ_3 ning qo'ng'ir cho'kmasiga KJ eritmasidan ortiqcha qo'shilsa, cho'kma kompleks hosil qilib erib ketadi:



Asidokomplekslarni olishda ham kompleks hosil qiluvchi reagentdan ortiqcha ta'sir ettirib, u kompleks ion holida bog'lanadi.

2. Kiritish — qo'shish usuli.

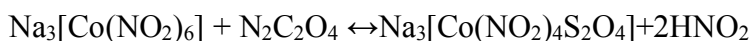
Kompleks hosil qiluvchiga eritmada neytral molekula (NH_3 yoki H_2O) ni biriktirish:



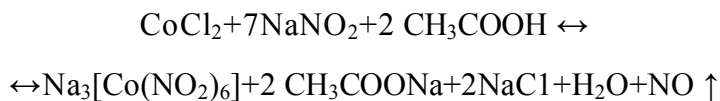
3. Metallarni kislotalar aralashmasida eritish:



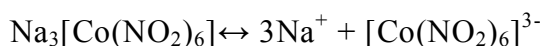
4. Siqib chiqarish usuli, bunda odatda komplekslarning aralashma ligandlari hosil bo'ladi:



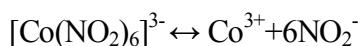
5. Ba'zi metallarning kompleks ionlari oksidlanish darajasini o'zgartirishga moyil bo'lganligi uchun oksidlanish-qaytarilish reaksiyasidan foydalanib ham komplekslar hosil qilish mumkin:



Kompleks birikmalarning suvli eritmalaridagi muvozanati. Kompleks birikmalar suvli eritmada ikki bosqichda dissotsilanadi. Birinchi bosqichda kompleks tuz quyidagicha dissotsilanadi:



Ikkinchi bosqichda esa kompleks ion kuchsiz elektrolitga o'xshash qaytar tarzda murakkab dissotsilanadi. Kompleks ionning dissotsilanish jarayonining sxemasini quyidagicha yozish mumkin:

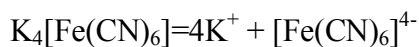


Bu qaytar jarayonning muvozanati massalar ta'siri qonuniga bo'ysunadi va muvozanat konstantasi quyidagicha yoziladi:

$$K_{[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}} = \frac{[\text{Co}^{3+}] \cdot [\text{NO}_2^-]^6}{[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}} = K_6$$

bu yerda K_6 - kompleks ionning beqarorlik konstantasi, uning qiymati qancha katta bo'lsa, berilgan kompleks shuncha kuchli dissotsilanadi.

Komplekslar beqarorlik konstantasining qiymati ma'lum bo'lsa, kompleks tuzlarning eritmalarida hosil bo'lgan oddiy ionlarning konsentratsiyasini nazariy yo'l bilan hisoblab chiqarish mumkin. Masalan,



reaksiyada beqarorlik konstantasining qiymatiga qarab K^+ ionlar konsentratsiyasini hisoblab chiqarsa bo'ladi.

Kompleks ionlar musbat hamda manfiy zaryadlangan bo'lishi mumkin, masalan: $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$, $[\text{Co}(\text{CNS})_4]^{2-}$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ va b.

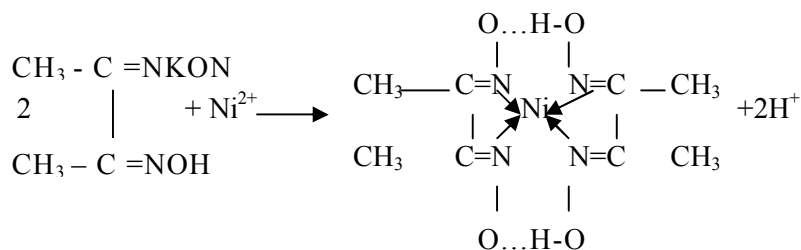
A. Verner nazariyasiga muvofiq, har qanday kompleks ion markaziy iondan, boshqacha aytganda kompleks hosil qiluvchi iondan va u bilan bog'langan ligandlar yoki addendlar deb ataladigan molekulalardan (anionlardan) tashkil topadi.

Masalan: $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ molekulasida Co^{3+} — kompleks hosil qiluvchi markaziy ion, markaziy ion hosil qilgan kompleksning tashqi sferasida 3 ta bir xil zaryadli Na^+ ioni bor.

Molekula elektroneytral bo'lgani uchun kompleks $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{-3}$ ning zaryadi (-3) ga teng bo'lishi kerak. Ammo, addend bo'lgan NO_2^- ionlarining zaryadi (-6) bo'lgani uchun kompleks hosil qiluvchi ionning zaryadi (3+). Kompleks ionning zaryadi kompleks hosil qiluvchi bilan addendlar zaryadlarining algebraik yig'indisiga teng. Masalan, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+1$ kationning zaryadi $(+1)+0 = +1$, $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{-2}$ anionning zaryadi esa $(+2) + (-4) = -2$ va h.

Kompleks hosil qiluvchi ion bilan kompleksga koordinatlangan addendlarning umumiy soni kompleks hosil qiluvchi ionning koordinatsion soni deyiladi. Ko'pchilik kompleks hosil qiluvchi ionlar: So^{3+} , Sg^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} va b. koordinatsion soni 6ga teng. Koordinatsion soni 2, 4, 8 bo'lgan ionlar ham bor.

Kompleks birikmalarni o'rganishda L.A. Chugayevning ishlari katta ahamiyatga ega. U metall ionlarining asosiy bog'lanishdan tashqari donor-akseptor (koordinatsion) bog'lanish orqali birikkan ichki kompleks birikmalari bo'lishini isbotlab berdi. Masalan, ushbu reaksiyada nikel dimetilglioksimatda Ni^{2+} ion iikki molekula dimetilglioksimning kislot guruhlar $=\text{NOH}$ dagi iikki vodorod atomi o'rnini olish bilan birga, shu ikkala guruhdagi azot atomlari bilan ham koordinatsion bog' bilan birikadi (Chugayev reaksiyasi):



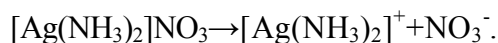
Hozirgi vaqtda anorganik analizda oddiy organik moddalardan (sirka kislot, oksalat kislot, amil spirt va b.) tashqari molekulasida har xil funksional guruhlar -benzol halqasi, tetratsiklik halqa va b. bo'lgan murakkab organik reaktivlardan ham keng foydalanilmoqda.

Anorganik analizda 4000 dan ko'proq organik reaktivlar qo'llanilmoqda. Bu reaktivlar organik-analitik reaktivlar (OAR) deyiladi. Ular keng qo'llanilishining sababi anorganik reaktivlarga qaraganda tanlovchanligi (ya'ni kam ionlar bilan reaksiyaga kirishishi) va sezgirligidir, ya'ni juda oz miqdordagi ionlarni ham aniqlashga imkon beradi.

Analitik reaksiyalarda ishtirok etadigan, keng tarqalgan organik guruhlar misollar: karboksil — COOH , gidroksil — OH , sulfon — SO_3H , oksim = NOH , birlamchi amin — NH_2 , ikkilamchi amin = NH , karbonil = CO va b.

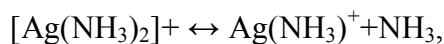
Barcha kompleks ionlar barqarorligi jihatdan bir-biridan farq qiladi. Ular kuchsiz elektrolitlar kabi dissotsilanadi. Dissotsilanish mahsuloti oddiy ionlar yoki neytral molekulalardir (ular kompleks ion tarkibida bo'lgan taqdirda). Kompleks tuzlar eng avval tashqi sfera ioni bilan kompleks ionga dissotsilanadi. Masalan $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ iikki bosqichda dissotsilanadi:

Birinchi bosqich:



Bu birikma dissotsilanganda kuchli elektrolit singari amalda to'la parchalanadi. Keyin kompleks ion bosqichli ionlanadi:

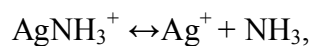
Ikkinchi bosqich:



bu qaytar jarayon bo'lib, muvozanat konstantasi quyidagicha yoziladi:

$$K_{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+} = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)^+][\text{NH}_3]}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+}.$$

Uchinchi bosqich:



$$K_{[\text{Ag}(\text{NH}_3)^+]} = \frac{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)^+]}$$

Kompleksning o'zi kam dissotsilanadi va uning dissotsilanish konstantasi berilgan kompleks alohida qismlarining ionlanish konstantalari ko'paytmasining, ya'ni umumiy ionlanish konstantasining qiymati bilan belgilanadi. Masalan, yuqoridagi misolda.

$$K_{\text{beqaror}} = K_{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+} \cdot K_{[\text{Ag}(\text{NH}_3)^+]} = \frac{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+} = 5,8 \cdot 10^{-8}$$

Bu konstantaning qiymati qancha katta bo'lsa, berilgan kompleks shuncha kuchli dissotsilanadi va shuncha beqaror bo'ladi. Bu konstanta kompleksning beqarorlik konstantasi yoki kompleksning ionlarga parchalanish konstantasi deyiladi. Beqarorlik konstantasiga teskari miqdor kompleksning hosil bo'lish konstantasi yoki barqarorlik konstantasi deyiladi. Ularning o'zaro bog'liqligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$K_{\text{barqaror}} = \frac{1}{K_{\text{beqaror}}}$$

1-jadval.

Anionlarning analitik guruhleri va guruh reaktivlari

Analistik guruh	Guruhni tashkil etuvchi anionlar	Guruh anionlarining umumiy xususiyatlari	Guruh reaktivi
I	SO_4^{2-} -sulfat ion, SO_3^{2-} - sulfit ion, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ -tiosulfat ion, $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ - karbonat ion, PO_4^{3-} - fosfat ion,	Bariy kationi bilan hosil qilgan tuzlar suvda juda kam eriydi, ammo suyultirilgan kislotalarda eriydi (BaSO_4 dan tashqari).	BaCl_2 , neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhit

	SiO₃²⁻ - silikat ion, BO₂- borat ion (B₄O₂)		
II	Cl⁻ - xlorid ion, Br⁻ - bromid ion, J⁻ - yodid ion, S²⁻ - sulfid ion	Kumush kationi bilan hosil qilgan tuzlari nitrat kislotada juda kam eriydi .	AgNO₃, nitrat kislotada ishtirokida
III	NO₃⁻ - nitrat ion, NO₂⁻ - nitrat ion, CH₃COO⁻ - asetat ion	Bariy yoki kumush kationlari hosil qilgan tuzlar suvda eriydi.	Yo'q

Anionlar ko'pincha bir-birini aniqlashga xalal bermaydi. Shuning uchun umumiy reaksiyalardan anionlarni ajratish uchun emas, balki biror anionlar guruhi bor-yo'qligini aniqlash uchun foydalaniladi.

Anionlarning umumiy qabul qilingan tasnifi yo'q. Anionlarni analitik guruhlariga bo'lish asosida bariy va kumush tuzlarining har xil eruvchanligi yotadi. Anionlar BaCl₂ va AgNO₃ reaktivlarga bo'lgan munosabati jihatdan uch analitik guruhga bo'linadi. Birinchi guruhga sulfat-ion SO₄²⁻, karbonat-ion CO₃²⁻, fosfat-ion P₂O₅³⁻ va b. kiradi. Bu ionlar Ba²⁺ ionlari bilan suvda qiyin eruvchan tuzlar hosil qiladi. Birinchi gruppada anionlari neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda BaCl₂ guruh reaktividir.

2-jadval

I guruh anionlarini aniqlashda qo'llaniladigan reaktivlar

Anionlar / Reaktivlar	SO ₄ ²⁻	SO ₃ ²⁻	S ₂ O ₃ ²⁻	CO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻
BaCl ₂ neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda	BaSO ₄ oq cho'kma	BaSO ₃ oq cho'kma	BaS ₂ O ₃ oq cho'kma	BaSO ₃ oq cho'kma	BaHPO ₄ oq cho'kma
Bariy tuzi, HCl muhitida	Erimaydi	eriydi, SO ₂ gazi ajraladi	eriydi, SO ₂ gazi va S ajraladi	eriydi, CO ₂ gazi ajraladi	eriydi
Magnezial aralashma (MgCl ₂ +NH ₄ OH+NH ₄ Cl)	-	-	-	-	MgNH ₄ PO ₄ oq cho'kma
Molibden suyuqligi (NH ₄) ₂ +MoO ₄ +HNO ₃)	-	-	-	-	(NH ₄) ₃ PO ₄ 12MoO ₃ 2H ₂ O
Oksidlovchilar KMnO ₄ yoki J ₂	-	eritma rangsizlanadi	eritma rangsizlanadi	-	-
Ammoniy tuzlar NH ₄ Cl, (NH ₄) ₂ SO ₄	-	-	-	-	-
Fuksin	-	eritmadagi push-ti rang	-	-	-

		yo'qoladi			
Alanga rangining bo'yalishi	-	-	-	-	-

Ikkinchi guruhga xlor ioni Cl^- , yod ioni I^- kiradi. Bu ionlar kumush ionlari bilan suvda qiyin eriydigan va suyultirilgan nitrat kislotada erimaydigan tuzlar hosil qiladi. Suyultirilgan nitrat kislotada ishtirokida bu ionlar AgNO_3 guruh reaktivi hisoblanadi.

Uchinchi guruhga nitration NO_3^- , atsetation CH_3COO^- va b. kiradi. Bu guruh anionlari AgNO_3 va BaCl_2 bilan cho'kma bermaydi. Bu anionlarning kumushli va bariyli tuzlari suvda yaxshi eriydi. Guruh reaktivi yo'q.

Birinchi analitik guruh anionlari

Anionlarning birinchi analitik guruhiga sulfat ion SO_4^{2-} , karbonat ion CO_3^{2-} , fosfat ion PO_4^{3-} va b. kiradi. Birinchi guruh anionlarining bariyli tuzlari suvda erimaydi, lekin suyultirilgan mineral kislotalarda (BaSO_4 dan tashqari) eriydi. Guruh reaktivi BaCl_2 I guruh anionlarini faqat neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda ($\text{pH}=7\div 9$) cho'kmaga tushiradi. Kumushning birinchi guruh anionlari bilan hosil qilgan tuzlari suyultirilgan HNO_3 da eriydi, kumush sulfat esa suvda ham eriydi.

Savollar.

1. Amfoterlik deb nimaga aytiladi? Amfoter gidroksidlarga misollar keltiring.
2. III guruh kationlarining guruh reagenti nima?
3. IV va V guruh kationlarining guruh reagenti nima?
4. Tuzlarning gidrolizi deb nimaga aytiladi?
5. Tuzlarning gidrolizi necha xil bo'ladi?
6. Gidroliz konstantasi deb nimaga aytiladi? Uning qiymati nimalarga bog'liq?
7. Gidroliz darajasi deb nimaga aytiladi? Gidroliz darajasi va gidroliz konstantasi orasidagi bog'liqlik.
8. Ichki kompleks birikmalarni valent va koordinatsion bog'lanishini ko'rsating.
9. Kompleks birikmalar deb nimaga aytiladi?
10. Kimyoviy analizda kompleks birikmalarning ishlatilishi.
11. Anionlarning amaliy tasnifi qanday prinsipga asosan tuzilgan? Guruh reaktiviga nisbatan anionlar necha guruhga bo'linadi?

12. . Nima uchun I analitik guruh anionlari BaCl_2 eritmasi bilan cho'ktirilganda reaksiyani neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda olib borish kerak?
13. I, II, III guruh anionlarini tasniflab bering.

8-MA'RUZA

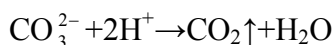
Oksidlanish qaytarilishi reaksiyalari, Nernst tenglamasi, normal standart potentsiallar, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining muvozanat konstantlari va ularning standart potentsialiga bog'liqligi.

Tayanch so'zlar:

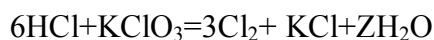
anion, tasnif, neytral, normal, standart, galvanik element.

Davriy sistema IV, V, VI, VII guruhlarining asosiy guruhchasidagi elementlar asosan anionlarni hosil qiladi. Bitta element o'zining xossasi bilan bir-biridan farq qiladigan bir qancha anionlar hosil qilishi mumkin. Masalan, oltingugurt S_2^{2-} , SO_3^{2-} , SO_4^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ anionlarni hosil qiladi (1-jadvalga q).

Ko'pgina elementlar kislorodli, murakkab va oddiy anionlar holida bo'ladi: Cl^- , ClO^- , ClO_2^- , ClO_3^- , ClO_4^- . Ba'zi anionlarning eritmadagi holati eritmaning muhitiga bog'liq bo'ladi. Ishqoriy metall karbonatlari suvda eritilsa, eritmada ClO_3^{2-} ioni bo'ladi, kislotali eritmada karbonat ioni parchalanib, uglerod dioksidiga aylanadi:



Ko'pchilik elementlar anionlari o'zgaruvchan valentlikka ega bo'lgani uchun oksidlovchi yoki qaytaruvchilar ta'sirida oksidlanish darajasini o'zgartiradi. Bunda anion tarkibi o'zgaradi. Masalan, xlorid Cl^- ioni erkin xlor Cl_2 gacha oksidlanishi mumkin:



Xuddi shuningdek, NO_3^- anioni NO_2^- , NO , N_2 , NH_3 ga qadar qaytariladi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

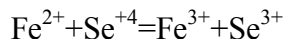
Atom yoki ionlarning elektronlar berishi yoki biriktirib olishi bilan boradigan reaksiyalar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deyiladi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining elektron nazariyasi rus kimyogari L.V.Pisarjevskiy tomonidan taklif etilgan.

Elektron nazariyasiga ko'ra elektronlarning bir atom yoki iondan boshqa atom yoki ionga o'tishi bilan boradigan kimyoviy jarayonlar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deb ataladi.

Reaksiyada elektron yo'qotgan atom yoki ion oksidlanadi, bunda elementning oksidlanish darajasi musbat qiymatli sonlar tomon oshib boradi. Masalan, uchinchi guruh kationi

Mn^{2+} oksidlanganda oksidlanish darajasi 2 dan 7 gacha ortadi. Marganes qaytarilganda oksidlanish darajasi 7 dan 2 gacha pasayadi.

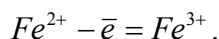
Oksidlanish - elektron yo'qotish bo'lib, valentlik oshadi, qaytarilish — elektronlar biriktirib olish bo'lib, valentlik kamayadi, ikkala jarayon bir-biriga bog'liq bo'lib, bir reaksiyada sodir bo'ladi. Masalan:



reaksiyada elektronlar Fe^{2+} dan Se^{+4} ga o'tadi, natijada seriy ionining oksidlanish darajasi (va musbat zaryadi) kamayadi; temir ionining zaryadi esa ortadi:



yoki

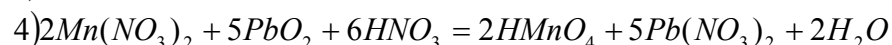
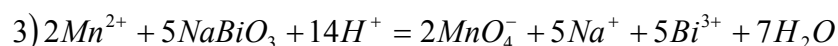
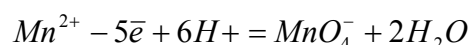
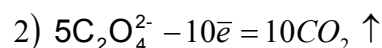
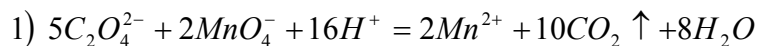


Eng kuchli oksidlovchilarga quyidagilar misol bo'la oladi: N_2O_2 , O_2 , Na_2O_2 , $KClO_3$, $Na_2S_2O_3$, HNO_3 , F_2 , Cl_2 , Br_2 , K_2CrO_4 , $K_2Cr_2O_7$, MnO_2 , $KMnO_4$, KJO_3 va h. Muhim qaytaruvchilarga quyidagilar kiradi:

metallar — Na, Al, Ca, Zn hamda vodorod H_2 ;

turli birikmalar — $ZnCl_2$, H_2S , HJ , HCl , $MnSO_4$, $Cr_2(SO_4)_3$ va b.

Oksidlanish - qaytarilish reaksiyalariga misollar keltiramiz:



Bu reaksiya Mn^{2+} kationini ochish uchun qo'llaniladi.

Tarkibida III guruh kationlaridan bo'lgan aralashma analiz qilinayotganda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari Mn^{2+} , Cr^{3+} , Fe^{2+} kationlarini aniqlash va ajratishda ishlatiladi. Masalan, Mn^{2+} va Fe^{2+} ni Zn^{2+} va Al^{3+} dan ajratish uchun kationlar aralashmasidan iborat eritmaga H_2O_2 va $NaOH$ qo'shib, kationlar oksidlanadi. Fe^{2+} va Mn^{2+} oksidlanishdan hosil bo'lgan Fe^{3+} va Mn^{4+} gidroksidlar holida cho'kmaga tushadi. Al^{3+} va Zn^{2+} kationlari aluminat AlO_2^- va sinkat ZnO_2^{2-} anionlariga aylanib eritmada qoladi.

Bir moddaning oksidlanish jarayoni boshqasining qaytarilishi bilan uzluksiz bog'liq ekanligi sababli bunday reaksiyalar oksidlanish-qaytarilish yoki redoks sistema deb ataladi. Reaksiyada oksidlangan va qaytarilgan moddalar orasida muvozanat qaror topadi, chunki doimo ularning biri elektron berishga, boshqasi esa elektron biriktirib olishga intiladi. Elementlarning

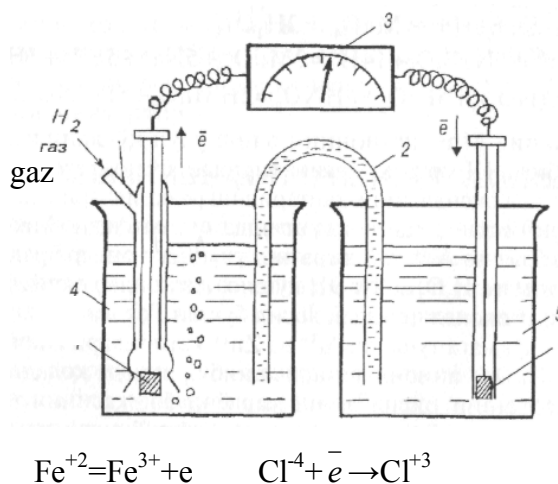
(birikmalarning) oksidlash yoki qaytarish xususiyati har xil bo'lib, ular oksidlanish-qaytarilish potensialining miqdoriga qarab belgilanadi. Oksidlovchi, qaytaruvchilarning potensialini aniqlash uchun galvanik elementning (zanjirning) elektr yurituvchi kuchi qiymatidan foydalaniladi. Oksidlanish-qaytarilish zanjirining tuzilishi 1-rasmda ko'rsatilgan. Birinchi stakanga temir kationining tuzi eritmasidan solinadi va unga platina elektrod tushiri-ladi, ikkinchi stakanga esa seriy kationining tuzi eritmasidan qo'shiladi va Rt elektrod tushiriladi.

Ikkala stakan tuzli ko'prik (KCl ning to'yingan eritmasi to'ldirilgan shisha sifon) orqali tutashtiriladi. Inert elektrodlar (platina) galvanometr yoki potensiometr ga ulansa, u asbobda tok borligini ko'rsatadi. Tashqi zanjirda platina simi va galvanometr orqali elektronlar Fe^{2+} dan Ce^{+4} ga o'tadi va reaksiya boshlanadi. Galvanik elementda reaksiya natijasida kimyoviy energiya elektr energiyasiga aylanadi. Galvanik elementning elektr yurituvchi kuchini (EYUK) potensiometr yordamida o'lchash mumkin. U ayrim qaytaruvchidan elektronning oksidlovchiga o'tish xususiyatini ko'rsatadi.

Ikkala elektrod orasidagi potensiallar farqi EYUK hisoblanadi:

$$EYUK = E_1 - E_2,$$

bunda E_1 - oksidlovchining potensial, E_2 — qaytaruvchining potensial.



1-rasm. Galvanik element sxemasi:

1- elektrodlar; 2- tutashtiruvchi ko'prik; 3- potensiometr.

Har bir elektrodda ayni modda oksidlanadi va qaytariladi (redoks sistema). Bu sistemada oksidlangan-qaytarilgan shakl redoks jufti deb ataladi. Bunday redoks juftlar MnO_4^- / Mn^{2+} , Sn^{+4} / Sn^{+2} , Ce^{+4} / Ce^{3+} va h.

Oksidlanish-qaytarilish potensial E konsentratsiyaga va haroratga bog'liqligi Nernst tenglamasi orqali beriladi:

$$E = E^\circ + \frac{2,3RT}{nF} \ln \frac{[Ox]}{[Red]},$$

bunda

E° - standart oksidlanish-qaytarilish potentsiali, V,

R - universal gaz doimiysi, 8,313 dJ/mol,

T - Kelvin shkalasidagi harorat ($t+273$),

G - Faradey soni, 96540 kulon,

n - reaksiyada ishtirok etgan elektronlar soni.

[Ox], [Red] - oksidlangan va qaytarilgan moddaning konsentratsiyalari.

Savollar

1. Moddalarni analiz qilishda qaysi xossalarga e'tibor berish kerak?
2. Bo'laklab analiz qilish usulini tushuntirib bering.
3. Sistematik analiz taritibini tushuntirib bering.
4. Murakkab moddalar analizida qaysi tasnif qo'llaniladi?
5. Oksidlanish – qaytarilish reaksiyasi haqida tushuncha.
6. Normal standart potentsial nima?
7. Galvanik element va uni yordamida nima aniqlanadi?
8. Nernst tenglamasi.

9-MA'RUZA

Miqdoriy tahlilning vazifasi va turlari. Analizdagi xatoliklar. Tortma analizning asosi va uning ahamiyati. Analitik torozilarning ishlash printsipli.

Xajmiy analizning asosi va uning klassifikatsiyasi.

Titrlash usullari, konsentratsiyani aniqlash formulalari. Standart eritmalar va ularga qo'yilgan talablar. Indikator nazariyasi. Indikator rangini o'zgarish soxasi. Titrlash egri chizig'i va indikator tanlash.

Tayanch so'zlar

titrlash, standart, eritma, miqdor, gravimetrik effekt.:standart, indikator, muhit nazariyasi, titrlash, ekvivalent neytrallanish.

Miqdoriy Tahlilning vazifasi modda tarkibiga kirgan ayrim element yoki birikmalarning shu moddadagi miqdorini aniqlashdan iborat.

Analitik kimyo va xususan miqdoriy Tahlil fanda va ishlab chiqarishda katta ahamiyatga ega. Ishlab chiqarish jarayonining hamma bosqichlarida muhandis-texnolog ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning sifat va miqdoriy tarkibini bilishi zarur. Bunga analitik kimyo yordam beradi.

Texnolog Tahlil natijasiga qarab xomashyodan samarali foydalanishi, texnologik jarayonda yuz bergan kamchiliklarni yo'qotishi, shu bilan birga yaroqsiz mahsulotlar chiqishiga yo'l qo'ymasligi kerak.

Miqdoriy Tahlil natijalari, odatda, foiz bilan ifodalanadi. Masalan, kalsiy karbonat Tahlil qilinganda uning tarkibida necha foiz kalsiy, necha foiz uglerod va necha foiz kislorod borligi ko'rsatiladi.

Miqdoriy Tahlil usullari umuman ikki guruhga bo'linadi: kimyoviy Tahlil va fizik-kimyoviy Tahlil.

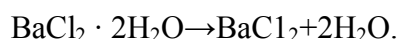
Kimyoviy Tahlil tekshiriladigan namuna bilan maxsus tanlangan va tayyorlangan reaktivlar orasidagi kimyoviy reaksiya natijasida ro'y beruvchi hodisalarni va hosil bo'luvchi moddalar xossasini kuzatishga asoslangan.

Fizik-kimyoviy va fizik-texnik asbobiy (instrumental) usullar namunaning fizikaviy xossalarini (elektronlar potentsiali, tok kuchi, spektrlarning yutilishi, sochilishi, chiqarilishi va boshqalarni) alohida asboblarda yordamida o'lchashga asoslangan.

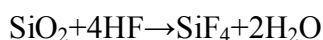
Gravimetrik Tahlil

Gravimetrik (tortma) Tahlil usulining umumiy tavsifi

Gravimetrik (tortma) Tahlilda aniqlanuvchi modda biror uchuvchan birikma ko'rinishida haydaladi (haydash usuli) yoki eritmadan qiyin eruvchan birikma ko'rinishida cho'ktiriladi (cho'ktirish usuli). Haydash usuli bilan masalan, kristallgidratlardagi kristall suv miqdori aniqlanadi. Qizdirish vaqtida birikma parchalanmay faqatgina suvni ajratib, boshqa kimyoviy o'zgarishlarga uchramasa kristallgidratdagi kristallizatsiya suvining miqdori haydash usuli bilan aniqlanadi, masalan:



Kimyoviy reaksiya natijasida uchuvchan birikma hosil qiladigan modda yoki birikma miqdorini aniqlashda ham haydash usuli qo'llaniladi. Masalan, ko'pincha SiO_2 miqdorini aniqlash uchun uning fluorid kislotasi bilan reaksiyasidan foydalaniladi. Kimyoviy reaksiya natijasida uchuvchan SiF_4 hosil bo'ladi:



Ba'zi moddalar ta'sir ettirilganda reaksiya mahsulotlaridan biri uchuvchan birikma bo'ladigan karbonatlar, nitratlar va boshqalarni aniqlashda ham shu usul qo'llaniladi. Analiz qilinayotgan komponent miqdori qizdirish natijasida modda massasining o'zgarishi (ko'pincha

kamayishi) yoki reaksiyada hosil bo'ladigan gaz mahsulotning biror moddaga yutilishi natijasida shu modda massasining ortishiga qarab aniqlanadi.

Bunda tekshirilayotgan moddaning tarozida tortib olingan qismi biror usul bilan eritmaga o'tkaziladi, so'ngra aniqlanayotgan element eritmada qiyin eriydigan birikma (kristall yoki amorf cho'kmalar) tarzida cho'ktiriladi, hosil qilingan cho'kma filtrlab ajratiladi, yaxshilab yuviladi, quritiladi, doimiy massaga kelguncha qizdiriladi va analitik tarozida tortiladi. Cho'kmaning massasiga va formulasiga qarab, moddaning miqdori hisoblab topiladi va bu miqdor moddaning analiz uchun tortib olingan qismiga nisbatan foizlarda ifodalanadi.

Gravimetrik analiz tekshirilayotgan namunadan biror komponentni aniq, modda holida to'liq (miqdoriy) ajratishga va uning massasini aniq o'lchashga asoslangan analiz usulidir.

Gravimetriya usulida ishlatiluvchi asosiy asbob moddaning og'irligini 0,0002g (0,2 mg) gacha aniqlik bilan tortishga imkon beruvchi analitik tarozidir.

Bu usul bilan moddalarning uchuvchan tarkibiy qismlarini (SO_2 , gigroskopik suv, kristallanish suvi va h.) aniqlashda isitish yoki qizdirib haydash usulidan foydalaniladi. Bunda aniqlanayotgan modda miqdori dastlabki modda massasining kamayishiga yoki yutuvchi modda massasining ortishiga qarab topiladi.

Gravimetrik analizda cho'ktirish usuli muhim ahamiyatga ega. Bu usul kimyoviy reaksiya natijasida elementni biror qiyin eruvchan, aniq tarkibli birikma tarzida cho'ktirib, hosil bo'lgan cho'kma massasini aniq tortishga asoslangan.

Kimyoviy usullardan tashqari, fizik-kimyoviy analiz usullari - elektrogravimetriya va termogravimetriya ham keng qo'llaniladi. Elektrogravimetriya usuli aniqlanayotgan elementli modda eritmasini elektroliz qilish natijasida elektrod yuzasida ajralib chiqqan metallning massasini tortishga asoslangan. Bunda elektrod yuzasi tozalanib, massasi o'lchanadi, so'ng tekshirilayotgan eritmaga tushiriladi. Elektrodlar o'zgarmas tokka ulanadi. Elektroliz tugagandan so'ng elektrodning massasi yana aniqlanadi. Elektrod massasining elektrolizdan oldingi va keyingi qiymatidagi farqdan foydalanib, eritmadagi element (yoki modda) miqdori to'g'risida xulosa chiqariladi. Bu usuldan deyarli faqat metallarni (masalan, Cu, Cd, Ag, Ni, Co va b.) aniqlashda foydalaniladi.

Gravimetriyada bajariladigan ishlar

Moddani miqdoriy Tahlilga tayyorlash. Miqdoriy Tahlilda ko'pincha ko'p jinsli moddaning avval kimyoviy tarkibini aniqlashga to'g'ri keladi. Texnika mahsulotlari har xil agregat holatlarda (suyuq, gaz yoki qattiq holatlarda) bo'lishi mumkin. Suyuq va gaz holatlarda namuna bir jinsli bo'lgani uchun Tahlilga olish uncha qiyinchilik tug'dirmaydi, lekin qattiq namunalar geterogen aralashmalardan iborat bo'lib, bunday moddani Tahlilga tayyorlashda o'rtacha namuna olish kerak bo'ladi. O'rtacha namuna olish moddaning fizikaviy holatiga, uning

tuzilishiga bog'liq bo'ladi. Tekshiriladigan moddaning tarkibini Tahlildan oldin aniq bilish lozim, aks holda Tahlil natijasi xato bo'lishi mumkin.

O'rtacha namuna olishda modda maydalanadi va aralashtiriladi. Modda maxsus mexanizmlar (maydalagich, tegirmon va b.) yordamida maydalanadi. O'rtacha namuna olish uchun kvadratlash yoki boshqa usuldan foydalaniladi. Buning uchun moddani qog'oz sirtiga kvadrat yoki doira shaklida bir tekis yoyiladi. So'ngra bu kvadrat diagonallar bo'yicha to'rt qismga bo'linadi va ikkita qarama-qarshi tomondagi modda tashlab yuboriladi, qolgan ikkitasi esa bir-biriga qo'shiladi. Kvadratlash namuna massasi 3g qolguncha bir necha marta takrorlanadi. So'ngra Tahlil qilinadigan modda zarrachalari chinni yoki agat hovonchada yana maydalaniladi va byuksga solinadi. Shu tariqa hosil qilingan materialdan Tahlil uchun namuna tortib olinadi.

Tortim miqdorini tanlash. Tahlil uchun kerakli modda miqdorini tanlash Tahlil usullari (makro-, yarimmikro-, yoki mikroTahlil), cho'kmaning turi (kristall yoki amorf), ba'zan esa cho'kmani eritish natijasida yo'qolishi bilan aniqlanadi.

Amalda mikroTahlilda hosil bo'ladigan kristall cho'kmaning massasi 0,5 grammga yaqin, amorf cho'kmalarning massasi 0,1—0,3 g atrofida bo'lishi kerak. Ana shuning uchun ham hosil bo'ladigan cho'kmaning va aniqlanayotgan elementning taxminiy miqdorini hisobga olgan holda tortim massasi avvaldan belgilab olinadi.

Gravimetrik Tahlil natijalarini hisoblash

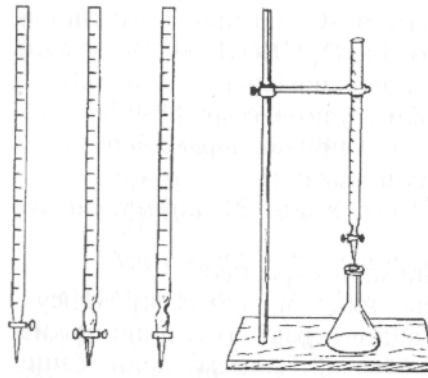
Agar bariy xloriddan hosil bo'lgan m massali gravimetrik shakl masalan, bariy sulfatning analizi natijasida tarkibidagi oltingugurt S ning massasini aniqlash talab qilinsa, u holda uni oddiy proporsiya bo'yicha hisoblash mumkin. Bariy sulfatning molar massasi M_{BaSO_4} , oltingugurtnikini M_S deb ifodalab, proporsiya tuzamiz:

M_{BaSO_4} BaSO₄ dan — M_S olinsa,

M_{BaSO_4} BaSO₄ dan — x olinadi,

bundan

$$x = m_{BaSO_4} \frac{M_S}{M_{BaSO_4}} \quad (1)$$



1 - rasm. Byuretkalar

Aniqlanayotgan komponent molar massasining gravimetrik shaklning molar massasiga nisbati qayta hisoblash faktori, yoki gravimetrik faktor (ko'paytma) yoki to'g'ridan-to'g'ri faktor deb ataladi va F harfi bilan belgilanadi:

$$F = \frac{M_s}{M_{BaSO_4}}$$

Buni tenglama (1) ga qo'ysak, quyidagicha yozish mumkin:

$$x = mF$$

Gravimetrik shaklni hisoblashda aniqlanuvchi moddaning kimyoviy formulasidagi stexiometrik koeffitsientni hisobga olish shart. Masalan, $Mg_2R_2O_7$ tarkibidagi Mg ni qayta hisoblash faktori quyidagiga teng bo'ladi:

$$F = \frac{2M_{Mg}}{M_{Mg_2P_2O_7}}$$

Hajmiy Tahlil

Hajmiy Tahlilning mohiyati

Hajmiy, ya'ni titrimetrik analizda reaksiyaga kirishayotgan moddalarning aniq hajmi o'lchanadi va ulardan birining ma'lum konsentratsiyasi asosida ikkinchisining noma'lum konsentratsiyasi aniqlanadi. Konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan va uning yordamida boshqa eritmadagi moddaning konsentratsiyasi aniqlanadigan eritma titrlangan yoki standart ishchi eritma deb ataladi.

1 ml eritmadagi erigan moddaning grammlar soni odatda titr deb ataladi. Masalan, H_2SO_4 ning titri 0,0049 g/ml ga teng deyilsa, bu sulfat kislota shu eritmaning har bir millilitrida 0,0049g H_2SO_4 bo'lishini ko'rsatadi. Titr T harfi bilan belgilanadi:

$$T_{H_2SO_4} = 0,0049 \text{ g/ml}$$

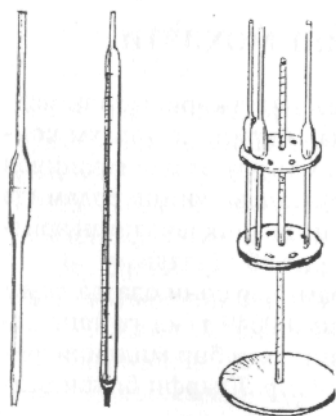
Titrimetrik Tahlil bajarilish jihatidan gravimetrik Tahlilga nisbatan birmuncha afzallikka ega. Masalan, hajmiy analizda reaksiya mahsulotini ko'p vaqt oladigan tarozida tortish o'rniga reaktivning aniq konsentratsiyali standart ishchi eritmasi yoki titrlangan eritmasi bilan

reaksiyaga sarflangan hajmi aniq o'lchanadi. Ammo titrimetrik Tahlildagi natijalarning aniqligi gravimetrik Tahlildagiga qaraganda birmuncha kam bo'ladi.

Har qanday titrimetrik analitik reaksiyani olib borishda titrlangan eritmani byuretkadan (1-2-3-rasmlarga qarang) kolbadagi hajmi aniq o'lchangan tekshiriladigan eritmaga oz-ozdan tomchilab qo'shiladi. Bu jarayon titrlash deyiladi. Buni bir oz tajribaga ega bo'lgan kishi bir necha minutda bajaradi.

Titrlash jarayonida reaksiyaga kirishayotgan moddalarning miqdorlari aralashmada ekvivalentiga tenglashganini ko'rsatuvchi ekvivalentlik nuqtasi kuzatiladi. Shu nuqtada sarflangan standart ishchi eritmaning hajmi belgilanadi va titrlash to'xtatiladi.

Titrimetrik Tahlilda ekvivalentlik nuqtasini aniq qayd qilish zarur. Ekvivalentlik nuqtasini belgilashga imkon beradigan moddalar indikatorlar, rangli reaktivlar bo'lib, ular reaksiya jarayonida o'z rangini o'zgartiradi.

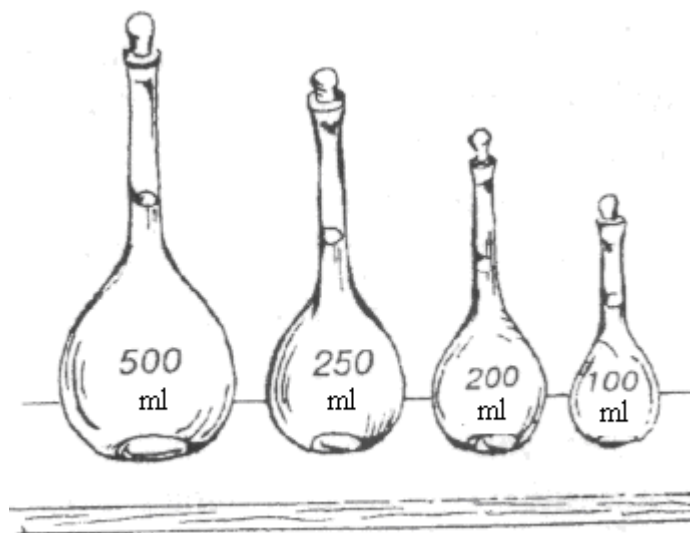


2 - rasm. Pipetkalar va pipetkalar qo'yiladigan shtativ

Odatda rangli yoki loyqa eritmalarini indikatorlar bilan titrlab bo'lmaydi, chunki bunda indikator rangining o'zgarishini bilish qiyin bo'ladi. Bunday hollarda ekvivalentlik nuqtasini belgilash uchun titrlashda eritmaning ba'zi fizik xossalari (elektrod potentsiali, elektr o'tkazuvchanligi va b.) o'zgarishidan foydalaniladi.

Hajmiy Tahlilda qo'llaniladigan reaksiyalarga qo'yiladigan talablar.

Hajmiy Tahlilning tortma Tahlildan eng muhim farqi shundaki, reaktiv ortiqcha miqdorda emas, balki reaksiya tenglamasiga muvofiq keladigan, aniqlanayotgan moddaga kimyoviy jihatdan ekvivalent bo'lgan miqdorda olinadi. Tahlil natijalarini hisoblash ham ekvivalentlik qoidasiga asoslanadi.



3 - rasm. O'lchov kolbalari

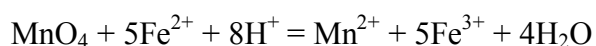
Titrlash esa ancha tez bajarilishi bilan tortma Tahlildan farq qiladi. Titrlashda ancha tez boradigan reaksiyalarnigina qo'llash mumkin. Sekin boradigan reaksiyalarda ekvivalentlik nuqtasini aniq belgilash qiyin, bunda titrlash albatta o'tkazib yuboriladi. Bundan tashqari, qo'shilayotgan reaktivning titrlangan eritmasi faqat aniqlanayotgan modda bilan reaksiyaga kirishishga sarf bo'lishi, ya'ni titrlashda analiz natijalarini aniq hisoblashga xalaqit beradigan qo'shimcha reaksiyalar sodir bo'lmasligi kerak. Eritmada tegishli reaksiyaning borishiga yoki uning ekvivalentlik nuqtasini belgilashga to'sqinlik qiladigan boshqa moddalar bo'lmasligi lozim.

Titrimetrik (hajmiy) Tahlil usullarining tasnifi

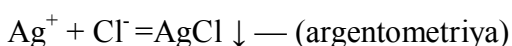
Titrimetrik Tahlilda turli xil reaksiyalar: kislota-asosli birikish, oksidlanish-qaytarilish cho'ktirish, kompleks hosil bo'lishi va boshqa reaksiyalar qo'llaniladi. Bu reaksiyalar titrimetrik Tahlil shartlarini qanoatlantirishi kerak. Ayrim titrimetrik usullar asosiy reaksiya turining yoki titrantning nomi bilan ataladi. Argentometriya usulida AgNO_3 titrant, permanganatometriyada KMnO_4 titrant bo'ladi va h.k.

Titrimetrik Tahlilda qo'llaniladigan asosiy reaksiyaga binoan bu Tahlil quyidagi usullarga bo'linadi:

1. Kislota asosli titrlash: $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$.
2. Oksidimetriya - oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi asosida titrlash:



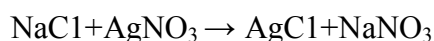
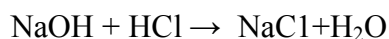
3. Cho'ktirish usuli.



4. Kompleksonometrik usul — koordinatsion (xelat) birikmalar hosil bo'lish reaksiyalaridan foydalaniladi.

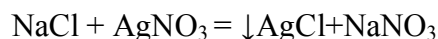
Bu usullarning har qaysisi bilan aniqlashda to'g'ri, teskari titrlash, shuningdek, o'rin almashtirish yo'li bilan titrlash mumkin.

To'g'ri titrlashda aniqlanayotgan modda eritmasiga titrant oz-ozdan qo'shib boriladi. Masalan:



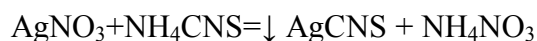
Teskari titrlashda ikkita titrantdan foydalaniladi. Tekshirilayotgan moddaga avval titrant 1 dan mo'l miqdorda qo'shiladi. Titrant 1 ning reaksiyaga kirishmay, ortib qolgan qismi titrant 2 bilan titrlanadi. Titrant 1 moddasi bilan reaksiyaga kirishish uchun sarf bo'lgan miqdori uning hammasi bo'lib qo'shilgan titrant miqdoridan titrlash uchun sarf bo'lgan miqdorini ayirish orqali topiladi. Masalan, eritmadagi NaCl miqdorini AgNO₃ eritmasi yordamida to'g'ri titrlash yo'li bilan ham, teskari titrlash orqali ham aniqlash mumkin. Teskari titrlash yo'li bilan aniqlashda NaCl eritmasiga ortiqcha miqdorda titrant 1 - AgNO₃ eritmasidan qo'shiladi va uning reaksiyada ortib qolgan qismi titrant 2 - NH₄CNS eritmasi bilan titrlanadi. NaCl bilan reaksiyaga kirishgan kumush nitrat eritmasining miqdori V uning umumiy qo'shilgan miqdori V₁ dan NH₄CNS moddasi bilan titrlangan miqdori orasidagi farqdan aniqlanadi:

$$V = V_1 - V_2$$



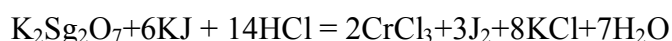
o'rtiqcha

miqdorda



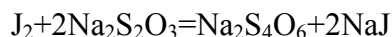
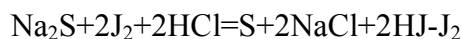
qoldiq

Berilgan modda miqdorini to'g'ri yoki teskari titrlash usullari bilan aniqlash mumkin bo'lmasa, almashtirib titrlash usulidan foydalaniladi. Bunda aniqlanayotgan moddaga shunday bir modda qo'shiladiki, u reaksiya natijasida ma'lum miqdorda mahsulot hosil qiladi. Bu mahsulot mos keladigan titrant yordamida titrlanadi. Masalan, berilgan moddani aniqlashda K₂Sg₂O₇, KJ va NS1 qo'shildi, deylik. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi natijasida hosil bo'lgan J₂ ning miqdori Na₂S₂O₃ eritmasi bilan titrlab aniqlanadi:

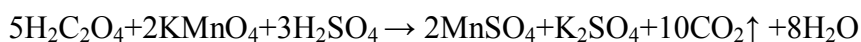
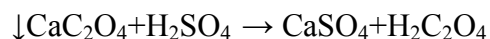
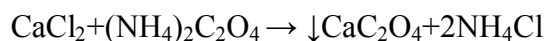
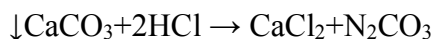


Teskari titrlash sekin boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida ishlatiladi. Bunda titrlanayotgan aralashmaga titrant 1 dan ortiqcha miqdorda qo'shiladi va ma'lum muddat tindiriladi (reaksiya oxirigacha borishi uchun). Keyin titrant 1 ning ortiqcha miqdori boshqa titrant 2 yordamida titrlanadi. Bu usul, masalan, sulfitlarni aniqlashda ishlatiladi. Natriy sulfit

eritmasiga titrant 1 - J_2 eritmasidan ortiqcha miqdorda qo'shiladi, uning ortiqcha miqdori titrant 2 - $Na_2S_2O_3$ eritmasi bilan titrlanadi, reaksiya quyidagicha boradi:



Almashlab titrlash usulida aniqlanayotgan moddaning biror boshqa modda bilan reaksiyaga kirishishi natijasida hosil bo'lgan mahsulotga ekvivalent miqdorda ajralib chiqadigan o'rinbosar moddaning miqdori aniqlanadi. Bu usul yordamida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga kirishmaydigan moddalar titrlanadi. Masalan, $CaCO_3$ ni HCl da eritib, analiz qilish mumkin. Eritma neytrallangandan keyin ammoniy oksalat $(NH_4)_2C_2O_4$ yordamida CaC_2O_4 holida cho'kmaga tushiriladi. Cho'kmaga H_2SO_4 ta'sir ettiriladi va hosil bo'lgan oksalat kislota (o'rinbosar modda) $KMnO_4$ eritmasi bilan titrlanadi, reaksiyalar quyidagicha sodir bo'ladi:



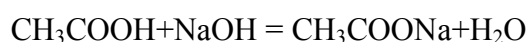
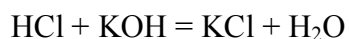
Titrimetrik Tahlilda hisoblashlar

Hajmiy Tahlilda titrlangan ishchi eritmalarining konsentratsiyalari ko'pincha titr bilan ifodalanadi, lekin ularni normallik bilan ifodalash yana ham qulayroqdir.

Ma'lumki, 1l eritmada necha gramm-ekvivalent erigan modda borligini ko'rsatadigan son normallik deb ataladi. Moddalar doimo bir-biri bilan ekvivalent miqdorida ta'sirlashadi. Hamma hisoblashlarning asosida ana shu qonuniyat yotadi. Titrlash paytida ekvivalentlik nuqtasiga qadar doimo bir xil — ekvivalent miqdorida kislota va asos sarflanadi. O'zaro ta'sirlashuvchi moddalar eritmalarining normalligi bir xil bo'lsa, tabiiyki, sarflangan eritmalarining hajmlari ham o'zaro teng bo'ladi.

Masalan, 10 ml 0,1 n konsentratsiyali har qanday kislota eritmasini titrlash uchun 0,1 n konsentratsiyali biror ishqor eritmasidan ham shuncha, ya'ni 10 ml sarflanadi. Shuning uchun titrimetrik analizda normal konsentratsiyali eritmadan foydalangan ma'qul, chunki normal konsentratsiyasi bir-biriga teng bo'lgan eritmalar o'zaro qoldiqsiz reaksiyaga kirishadi.

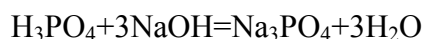
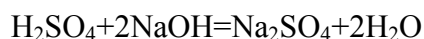
Moddaning ayni reaksiyada bir gramm-atom (yoki gramm-ion) vodorodga kimyoviy jihatdan teng (ekvivalent) keladigan va grammlarda ifodalangan miqdori shu moddaning gramm-ekvivalenti deb ataladi. Gramm-ekvivalentni topish uchun reaksiya tenglamasi yoziladi va moddaning bir gramm-atom yoki bir gramm-ion vodorodga to'g'ri keladigan miqdori hisoblab chiqiladi. Masalan:



tenglamada gramm-ekvivalent HCl ning bir gramm molekulasini (36,46 g) ga teng, chunki ko'rsatilgan kislotalarning miqdori reaksiyada bir gramm-iondan vodorod hosil qiladi va u ishqorning gidroksil ionlari bilan reaksiyaga kirishadi:



Shunga o'xshash:



reaksiyalarda H_2SO_4 va H_3PO_4 ning bir gramm-molekulalari vodorodning ikki (H_2SO_4) va uch (H_3PO_4) gramm-ioniga to'g'ri keladi. Demak,

$$1 \text{ g-ekv. H}_2\text{SO}_4 = \frac{1}{2} \text{ mol yoki } 49,0 \text{ g.}$$

$$1 \text{ g-ekv. H}_3\text{PO}_4 = \frac{1}{3} \text{ mol yoki } 32,67 \text{ g H}_3\text{PO}_4$$

Tekshiriladigan modda sifatida kimyoviy aniq tarkibdagi har xil birikmalar ishlatiladi. Kislota yoki asos bir-biri bilan aniq stexiometrik nisbatda reaksiyaga kirishadi. Turli kislotalar eritmalarini aniqlash uchun kislota asosli titrlashda asosiy eritmani, masalan ishqorlarning titrlangan eritmasini tayyorlash kerak, buning uchun standart ishchi eritma sifatida oksalat kislota $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan foydalaniladi. Bu kislota qattiq kristall modda bo'lib, aniq formulaga ega, suvdagi eritmasini uzoq saqlash mumkin. Kerakli normallikdagi eritma tayyorlashda qattiq kislota analitik tarozida tortib olinadi va o'lchov kolbasida eritiladi.

Standart moddalarga (ishchi eritmalarga)

qo'yiladigan talablar

Bu talablar quyidagilardan iborat:

1. Modda kimyoviy toza bo'lishi, ya'ni tarkibida begona qo'shimchalar (0,05—0,10% gacha) bo'lmasligi kerak.
2. Moddaning tarkibi uning formulasiga to'la mos kelishi lozim. Masalan, kristallgidratlarning formulasida qancha suv ko'rsatilgan bo'lsa, ularning tarkibida ham shuncha suv bo'lishi kerak.
3. Modda quruq holda saqlanganda ham, eritma holida saqlanganda ham barqaror bo'lishi zarur.
4. Moddaning gramm-ekvivalent qiymati mumkin qadar katta bo'lgani yaxshi, chunki bu eritmaning normalligini aniq topishga imkon beradi.

Ko'rsatilgan talablarga javob beradigan moddalar boshlang'ich (standart) moddalar deb ataladi.

Standart ishchi eritmani tayyorlashni oksalat kislota misolida ko'rib chiqamiz.

Dastlab 250 ml hajmda oksalat kislotaning 0,1 n. eritmasini tayyorlash uchun qancha miqdor kislota olinishi kerakligini aniqlaymiz:

$$\frac{m}{E} = \frac{V \cdot N}{1000}; \quad m = \frac{V \cdot N \cdot E}{1000};$$

bu yerda oksalat kislotaning gramm-ekvivalenti quyidagicha bo'ladi:

$$E_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} = \frac{M_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O}}{2} = \frac{126,07}{2} = 63,04$$

$$m = \frac{250 \cdot 0,1 \cdot 63,04}{1000} = 1,575$$

Shuncha miqdor kislota analitik tarozida aniq tortib olinadi va uni voronka orqali 250 ml hajmli o'lchov kolbasiga solib, kolbani yarmigacha distillangan suv qo'shiladi va aylanma harakat bilan erib ketguncha chayqatiladi. So'ngra kolba belgisini ko'z bilan bir xil balandlikda ushlab turib, suyuqlik meniskining pastki qismi kolbaning belgisiga tekkuncha suvni tomchilatib qo'shiladi. Kolbani chayqatish yo'li bilan uning ichidagi suyuqlik aralashtiriladi. Shunday qilib, olingan tortimdan ($\approx 1,5757$ g) 250 ml hajmli o'lchov kolbasida $N_2S_2O_4 \cdot 2N_2O$ eritmasi tayyorlanadi.

Tayyorlangan oksalat kislotaning titrini aniqlaymiz:

$$T_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} = \frac{N_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} \cdot E_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} \cdot H_2O}{1000}$$

Bunda:

$$N_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} = \frac{T_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} \cdot 1000}{E_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O}}$$

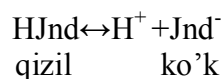
$$q_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} = \frac{q_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O}}{V_{\cdot 2H_2O}}$$

$q_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O}$ - oksalat kislotaning olingan tortimi, g.;

V_{N_2O} - olingan tortim eritilgan suvning hajmi, ml.

Indikatorlarning ion nazariyasi

Bu nazariyaga asosan neytrallash usulining indikatorlari dissotsilanmagan molekulari va ionlari turli rangga ega bo'lgan kuchsiz organik kislota yoki asoslardir. Indikatorlarning dissotsilanish tenglamasini umuman, shunday yozish mumkin (lakmus uchun):

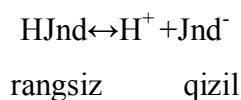


Lakmus suvda eriganda uning dissotsilanmagan molekulari ionlari bilan birga eritmani oraliq rang, ya'ni binafsha rangga kiritadi. Agar lakmusning binafsha rangli eritmasiga bir tomchi kislota, masalan, HCl qo'shilsa, yuqoridagi tenglamada ko'rsatilgan muvozanat chapga

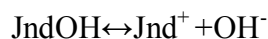
siljiydi. Boshqacha aytganda, kiritilgan N^+ ionlari eritmadagi Jnd^- - ionlarining ko'p qismini dissotsilanmagan molekula $HJnd$ holida bog'laydi va eritma qizaradi.

Aksincha, agar lakmus eritmasiga ishqor qo'shilsa, uning OH^- ionlari indikatorning N^+ ionlarini dissotsilanmagan H_2O holida bog'laydi. Natijada indikatorning dissotsilanish muvozanati o'ng tomonga, ya'ni eritmada Jnd^- ionlarining ko'payish tomoniga siljiydi va eritma ko'karadi.

Lakmusda $HJnd$ molekulari ham, Jnd^- ionlari ham rangli bo'ladi. Bunday indikator ikki rangli indikator deyiladi. Faqat bir holati rangli, ikkinchisi esa rangsiz bo'lgan bir rangli indikatorlar ham bor. Ularga masalan, kislotali eritmalarda rangsiz, ishqoriy eritmalarda esa qizil rangga ega bo'lgan fenolftalein kiradi. Bu indikator kuchsiz kislota bo'lib, kislotali eritmalarda uning dissotsilanmagan molekulari, ishqoriy eritmalarda esa ionlari ko'p bo'ladi. Ko'rilyotgan nazariyaga asosan, fenolftaleinning dissotsilanish jarayonini shunday yozish mumkin:



Indikatorlarning ion nazariyasiga binoan asos indikatorlar rangining o'zgarishini ham xuddi shunday tushuntirish mumkin. Bunday indikatorlarning dissotsilanmagan molekularini $JndON$, kationlar esa Jnd^+ bilan belgilasak, indikatorning eritmada dissotsilanish sxemasini shunday ifodalash mumkin:



Eritmaga ishqor qo'shilsa, indikatorning dissotsialanish muvozanati chapga siljiydi va eritma dissotsilanmagan molekula $JndOH$ rangiga kiradi. Kislota qo'shilganda (ya'ni OH^- ionlari bog'lanadi) dissotsiatsiya muvozanati o'ngga siljiydi va eritma Jnd^+ kationlari rangiga kiradi. Demak, indikatorlarning ion nazariyasi eritmaga H^+ yoki OH^- ionlari kiritilganda indikatorlar rangining o'zgarish sabablarini sodda va yaqqol tushuntirib beradi. Bu nazariyaning afzalligi yana shundaki, u indikatorlar rangining o'zgarishini miqdoriy jihatdan izohlab beradi.

Indikatorlarning xromofor va ion-xromofor nazariyasi Yuqorida keltirilgan mulohazalar indikatorlar rangining o'zgarishini to'liq tushuntira olmaydi. Hozirgi zamon ion-xromofor nazariyasiga muvofiq indikatorlar molekulari tarkibida xromofor (rang yoyuvchi) guruhlar va tarkibidagi atomlar orasida ketma-ket yoki oralab keladigan qo'shbo'g'lar bo'ladi.

Xromofor nazariyaga asosan u (xromofor guruh), ko'pincha, indikatorlar rangining o'zgarishiga sababchi bo'ladi.

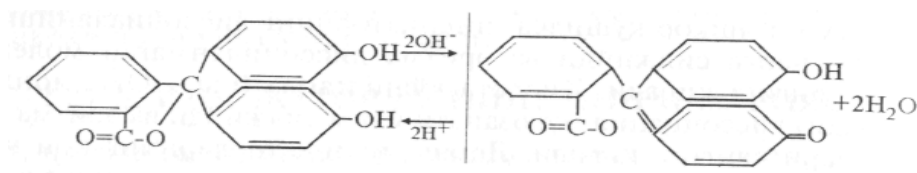
Bu yerda shuni aytish kerakki, birikmani biror rangga kiritmaydigan, xromoforlar bilan birga ishtirok etganda ularning ta'sirini kuchaytiradigan boshqa guruhlar ham bor, ular auksoxromlar deyiladi. Eng muhim auksoxrom guruhlariga - OH , - NH_2 , - $N(CH_3)_2$, - OCH_3 , -

(C₂H₅)₂ radikallari kiradi. Xromofor nazariyasiga asosan indikator rangining o'zgarishi izomer o'zgarishga, ya'ni molekula ichidagi atomlarning qayta guruhlanishiga asoslangan.

Indikatorlar rangining o'zgarish

sohalari

Analitik praktikada eng ko'p ishlatiladigan indikatorlardan fenolftaleinni ko'rib chiqamiz. Fenolftalein kislotali bir rangli indikator bo'lib, molekulasidagi uchta benzol halqalaridan biri xinoid guruhiga aylanadi va eritmada muvozanat qaror topadi:



Eritmaning pH>8 bo'lganda uning molekulasida xinoid guruhi bo'lmaydi. Shuning uchun bu sharoitda u rangsiz bo'ladi. Agar fenolftaleinga ishqor ta'sir qilinsa, pH-8-10 da xinoid guruh paydo bo'ladi va indikator qizil rangga kiradi.

Bitta rangli shakldan ikkinchisiga o'tish oralig'i pH qiymatining aniq o'zgarishi bilan sodir bo'ladi. Bu indikator rangining o'zgarish oralig'i deyiladi. Indikatorlarning dissotsilanish konstantasini bilsak, uning rang o'zgarish oralig'ini hisoblab topish mumkin:

$$K_{HJnd} = \frac{[H^+][Jnd^-]}{[HJnd]} \quad (1)$$

tenglama (1) ni $[H^+]$ ga nisbatan yozsak:

$$[H^+] = K_{HJnd} \cdot \frac{[HJnd]}{[Jnd^-]}$$

bu tenglamani (-lg) ga ko'paytirsak:

$$-lg[H^+] = -lgK_{HJnd} - lg \frac{[HJnd]}{[Jnd^-]}$$

va, nihoyat,

$$pH = pK + lg \frac{[HJnd]}{[Jnd^-]}, \quad (2)$$

bu yerda $rK = -lgK$ indikatorning kuch ko'rsatkichi. Tenglama (2) indikatorlar nazariyasining asosiy tenglamasi bo'lib, indikatorning rangi bilan eritmaning pH qiymati orasidagi munosabatni ifodalaydi.

$\frac{[HJnd]}{[Jnd^-]}$ – nisbatning ikkala shakli ham turlicha rangga ega bo'ladi.

Ko'zimizning rang sezish qobiliyati cheklangandir; shu sababli indikator rangli shakllaridan birining konsentratsiyasi ikkinchi shaklinikidan 10 marta ko'p bo'lsa, eritmada

ikkinchi shaklning borligini ko'zimiz sezmaydi. Shuning uchun istalgan indikatorning rangi pH ning har qanday o'zgarishida ham o'zgaravermay, balki pH ning ma'lum qiymatlari oralig'ida o'zgaradi va bu indikator rangining o'zgarish oralig'i deyiladi. Shunday qilib, indikator rangining o'zgarish oralig'i odatda uning pH qiymatidan u yoki bu tomonga bir birlikka suriladi, ya'ni o'zgarish sohasi $pH = pK \pm 1$. Masalan, fenolftaleinning dissotsilanish konstantasi $K = 10^{-9}$ bo'lganligidan rang o'zgarish chegarasi $pH = 8-10$ oralig'ida bo'lishi kerak va haqiqatan ham shunday bo'ladi.

Titrlash egri chiziqlari

Kislota asosli titrlashda indikatorlar nazariyasi bilan tanishib chiqdik. Titrlashda ekvivalentlik nuqtasidagi pHning qiymati reaksiyaga kirishayotgan kislota va asosning tabiatiga, ularning konsentratsiyasiga bog'liq. Aksari hollarda titrlash jarayonida hosil bo'ladigan tuzning gidrolizlanishiga bog'liq ravishda ekvivalentlik nuqtasi kislotali yoki ishqoriy muhitda ham bo'ladi. Shuning uchun har qaysi holda shu titrlashning ekvivalentlik nuqtasi yaqinidagi yoki ekvivalentlik nuqtasining o'zidagi pH qiymatida o'z rangini o'zgartiradigan indikator tanlash muhim ahamiyat kasb etadi.

Kislota asosli titrlash jarayoni grafik shaklda ifodalanadi. Bu egri chiziq neytrallashning turli holatlarida, titrlanadigan modda eritmasiga kislota yoki asosning standart ishchi eritmasini qo'shish jarayonida uning pH qiymati o'zgarishini ifodalaydi va titrlash egri chiziqlari deb ataladi.

Titrlash egri chiziqlari titrlashning turli holatlarida eritmaning pH qiymati o'zgarishini, neytrallash jarayoniga haroratning, o'zaro ta'sir etuvchi moddalar konsentratsiyasining ta'sirini, titrlashning oxirgi nuqtasini ko'rsatib, titrlash uchun indikator tanlashga imkon beradi.

Titrlashda egri chiziqning shakli titrlanadigan va standart ishchi eritmaning o'zaro ta'sir xususiyati bilan aniqlanadi. Kislota asosli titrlash turli xil egri chiziqlar bilan ifodalanishi mumkin.

Titrlash egri chiziqlarida ekvivalentlik nuqtasida va titrlash oxirida pH ning g'oyat keskin o'zgarishi («sakrash») kuzatiladi. Bunday keskin o'zgarishda eritmaning rangi ham o'zgaradi.

Titrlash egri chizig'ining titrlashdan oldingi, ekvivalentlik nuqtasigacha, ekvivalentlik nuqtasidagi va ekvivalentlik nuqtasidan keyingi nuqtalari asosiy nuqtalar hisoblanadi.

Titrlashdan oldin titrlanadigan eritmaning pH qiymati uning konsentratsiyasiga, dissotsilanish konstantasiga yoki gidrolizlanish konstantasiga bog'liq bo'ladi.

Kuchli kislota yoki asos eritmalarining pH qiymati ularning konsentratsiyasiga deyarli teng bo'ladi, chunki ular ionga to'liq dissotsilangan. Titrlangandan keyin $[H^+]$ faqat titrlanmasdan qolgan kislota yoki asosning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi, chunki hosil bo'lgan tuz gidrolizlanmaydi va pH qiymatiga ta'sir qilmaydi.

Kuchsiz kislota yoki asos eritmasining pH qiymati eritmaning konsentratsiyasidan tashqari uning dissotsilanish konstantasiga va gidrolizlanadigan tuzlar eritmalarining gidrolizlanish darajasiga bog'liq bo'ladi. Ekvivalentlik nuqtasida eritmaning muhiti pH hosil bo'lgan tuzlarning xossasiga va ekvivalentlik nuqtasidan keyin qo'shilgan reaktivning ortiqchasiga bog'liq bo'ladi.

Savollar

1. Miqdoriy analizning vazifasi va turlari.
2. Analizlari xatoliklar necha xil bo'ladi?
3. Gravimetrik analiz usuli nimaga asoslangan?
4. Gravimetrik analiz usulining titrimetrik usuldan farqi nimada?
5. Hajmiy analiz qanday tasniflanadi?
6. "Tuz effekti" deganda nima tushuniladi?
7. Hajmiy analizning mohiyati nimadan iborat?
8. Neytrallanish usulining mohiyatini aytib bering.
9. Titr, normallik, gramm-ekvivalent deganda nima tushuniladi?
10. Titrlash usullari necha xil va ularning sifat tarkibi qanday?
11. Titrlash usullarida qanday standart titrlangan eritmalar ishlatiladi?
12. Eritma konsentratsiyasini ifodalash usullari va aniqlash formulalari.
13. Standart eritmalar va ularga qanday talablar qo'yilgan?
14. Indikator nazariyasining mohiyati nimalardan iborat?
15. Indikatorning rang o'zgarish chegarasi deganda nima tushuniladi?
16. Eritmaning muhiti nima bilan belgilanadi?
17. Kislota asosli titrlash qaysi reaksiyalarga asoslangan va ular necha xil bo'ladi?
18. Ekvivalent nuqtasi deganda nima tushuniladi? Titrlash nuqtasi to'g'risida tushuncha.
19. Titrlash usulida qanday standart titrlangan eritmalar ishlatiladi?
20. Neytrallash usulida qo'llaniladigan aniqlovchi moddalarga qanday talablar qo'yiladi?
21. Vodorod ionining konsentratsiyasi qaysi formula yordamida hisoblanadi?
22. Titrlash egri chizig'idagi "sakrash" qanday o'zgarish deb ataladi?
23. Indikatorlarning ion nazariyasini tushuntirib bering.
24. Standart namuna deb nimaga aytamiz? Ishchi eritmalarining titrini standart namunalar bo'yicha aniqlashdagi qulaylik nimadan iborat?