

X.Toshmamatov, Sh.Toshboyeva «Miqdoriy analiz» fanidan o'quv-uslubiy majmua. Guliston, 2006-yil. 95 b.

O'quv-uslubiy majmua I kurs bakalavriat 5420100-biologiya va 5850200-ekologiya va tabiatdan foydalanish ta'lim yo'nalishlarida ta'lim olayotgan talabalarga mo'ljallangan bo'lib, unda analitik kimyoning miqdoriy analizi nazariy asoslari hamda laboratoriya ishlari yoritilgan.

Ma'ruzalar zamonaviy pedagogik texnologiya talablariga mos ravishda tayyorlanib, unda dars maqsadi, identiv o'quv maqsadlari, mavzuda ko'rib chiqiladigan muammolar, nazorat savollari va mustaqil ish topshiriqlari keltirilgan. O'quv metodik majmuaning IV-qismida talabalar tomonidan bajarilishi lozim bo'lgan amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarini o'tkazish tartiblari bayon qilingan.

O'quv uslubiy majmua Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi muvofiqlashtiruvchi kengashi tomonidan (_ bayonnoma.____2006 y.) nashrga tavsifiya qilingan.

Taqrizchilar: Kimyo.fan.dok, prof. N. Yodgorov (TGTU)

Kimyo fan. nomzodi, dots.Ya. Bo'riboev (GulDU)

Toshmamatov Kh., Toshboeva Sh. Training aid on «The quantitative analysis» .- Gulistan, 2006, 95 p.

The training aid is prepared on the basis of «The quantitative analysis» course program, the branch of education is 5420100-biology, 5850200-ecology and natureuse,

The main theories of the quantitative analysis, laboratory works and seminars are lightened up.

The training aid is intended for masters and bachelors of biological and agricultural faculties, and for the teachers of agricultural colleges.

Тошмаматов Х., Тошбоева Ш. Учебное пособие по курсу «Количественный анализ».-Гулистан, 2006. 95 с.

Учебное пособие подготовлено на основании программы курса «Количественный анализ» по направлению образования 5420100-биология, 5850200-экология и природопользование. Освещены основные теории по аналитической химии, выполняемые лабораторные работы и семинары.

Пособие предназначено для бакалавров химических и биологических факультетов, а также для преподавателей академических лицеев и колледжей.

SO'Z BOSHI

Hozirgi zamonning biror-bir kimyoviy izlanishini, xoh u yangi modda olish bo'lsin yoki yangi texnologik tizim ishlab chiqilmasin, ishlab chiqarishni jadallashtirish yoki mahsulot sifatini oshirish bo'lmasin, baribir ularni analitik kimyo metodlarini qo'llamasdan turib amalga oshirib bo'lmaydi.

Analitik kimyo insonning ishlab chiqarish faoliyati bilan bog'langan. Binobarin, xom ashyolar yoki mahsulotlar tarkibidagi asosiy komponentlar va qoldiqlar miqdori haqida ma'lumotlarga ega bo'lmasdan, metallurgiya, kimyo, dorishunoslik va boshqa sanoat tarmoqlarining texnologik jarayonlarini mohirona rivojlantirish hamda boshqarish mumkin emas.

Analitik kimyoning miqdoriy analiz qismida tekshirilayotgan modda tarkibidagi ayrim tarkibiy qismning miqdori aniqlanadi. Analizning fizik-kimyoviy metodlari va ularning miqdoriy analiz kursidagi o'rni eng muhim, jiddiy masala hisoblanadi.

Ushbu darslik oliy o'quv yurtlarining biologiya, ekologiya va tuproqshunoslik mutaxassisliklarining bakalavrlari uchun analitik kimyo dasturi asosida tuzilgan. Unda miqdoriy analizning nazariy asoslari, uning metodlari, bobga oid nazorat topshiriqlari, test shaklidagi masalalar, mustaqil ish mavzulari hamda laboratoriya ishlari, ularni bajarish tartibi keltirilgan. Ularning barchasi kursni o'zlashtirish va mustaqil tahlil qilishga imkon beradi.

1.1 Fanning maqsad va vazifalari: Miqdoriy analizning vazifasi moddalarning va ularning aralashmalari tarkibini miqdoriy jihatdan aniqlashdir. Analiz qilishda dastlab, moddalarning sifati aniqlanadi, ya'ni u qanday elementlardan yoki ionlardan tarkib topganligi, aniqlanadi. Miqdoriy analiz yordamida murakkab modda tarkibiga kiruvchi elementlarning massalari orasidagi

nisbatni, eritmadagi moddalar miqdorini, moddalar aralashmasi tarkibiga kiruvchi elementlar miqdorini yoki rudalar, minerallar, o'g'itlardagi u yoki bu komponentlarning tarkibiy qismini aniqlash mumkin.

1.2 «Miqdoriy analiz» bo'yicha talabalar, fanning nazariy qismini tahlil qilishi, ishlab chiqarish jarayonlarida turli xil mineral va rudalar tarkibidagi ayrim element yoki ionlarhi sifat jihatidan analiz qilish imkoniyatiga ega bo'ladilar.

1.3. Fanning mazmuni:

1.3.1. I kurs II-semestr uchun ma'ruza mavzulari

№	Mavzu nomi	Ko'rib cniqiladigan asosiy masalalar	Soat
1	Miqdoriy analizning vazifasi va metodlari	Ushbu mavzuda miqdoriy analizning vazifalari va metodlari yoritiladi. Miqdoriy analizdagi xatolar va uni bartaraf etish yo'llari bilan mukammal tanishtiriladi.	2 s
2	Tortma analizning mohiyati. Cho'kmalarga qo'yiladigan talablar.	Ushbu mavzuda miqdoriy analizning to'rtma analizi mohiyati bilan tanishib chiqiladi. Nazariy jihatdan topiladigan shakl va cho'ktiriladigan shaklga qo'yiladigan talablar. Shu asosida ayni element miqdorini aniqlashda qaysi reagentlardan foydalanish maqsadga muvofiq ekanligi ochib beriladi.	2 s
3	Hajmiy analiz va uning metodlari. Titrangan eritmalar tayyorlash.	Ushbu mavzuda miqdoriy analizning hajmiy analiz metodlari bilan tanishtiriladi. Hajmiy analizda qo'llaniladigan eritmalar turlari-titrlangan, standart, ishchi eritmalar, ularni tayyorlash tartibi, normal konsentratsiya, eritmaning titri va titrlash formulasi yoritiladi. Hajmiy analizda qanday hisoblashlar olib borish mumkinligi haqida ma'lumot beriladi.	2 s
4	Neytrallash metodiga umumiy xarakteristika Neytrallash metodida titrlash egri chiziqlari.	Ushbu mavzuda hajmiy analizda ko'p qo'llaniladigan neytrallash metodi bilan mukammal tanishib chiqiladi. Ekvivalent nuqta haqida tushuncha beriladi, neytrallash metodida titrlash egri chiziqlari haqida ma'lumot beriladi, ekvivalent nuqta atrofida nima uchun eritmaning muhiti sakrash bilan o'zgarishi sabablari batafsil yoritib beriladi.	2 s
5	Oksidlanish-qaytarilish (redoksimetriy)	Ushbu mavzuda hajmiy analizning oksidlanish-qaytarilish metodlari haqida ma'lumot beriladi. Eritmaning oksidlash potentsiali haqida,	4 s

	a) metodlari.	oksidimetriya metodida titrlash egri chiziqlari haqida tushuncha beriladi. Ekvivalent nuqta atrofida nima uchun eritmaning oksidlanish potentsiali sakrash bilan o'zgarishi sabablari o'rganiladi.	
--	---------------	--	--

1.3.2 Laboratoriya ishlari mavzulari, vaqt.

1. Bariy xlorid kristallogidrati tarkibidagi kristallizatsion suvni aniqlash. Ajratilgan vaqt-4 soat.
2. Tuproqning namlik darajasini aniqlash. Ajratilgan vaqt-4 soat.
3. Xlorid kislotaning standartlashtirilgan ishchi eritmasini tayyorlash va u yordamida eritmadagi ishqor miqdorini aniqlash. Ajratilgan vaqt-4 soat.
4. Mor tuzi tarkibidagi temir (II) miqdorini permanganometriya metodi bilan aniqlash. Ajratilgan vaqt-4 soat.

Eslatma: Laboratoriya ishlari mavzulari berilgan adabiyotlar asosida tanlab olinishi va o'zgartirilishi ham mumkin.

1.3.3 Mustaqil ish topshiriqlari mavzulari:

1. Miqdoriy analizning vazifasi va metodlari. Tortma analizning mohiyati. Cho'kmalarga qo'yiladigan talablar.
2. Hajmiy analiz va uning metodlari. Titrlangan eritmalar tayyorlash.
3. Neytrallashtirish metodining mohiyati. Titrlash egri chiziqlari.
4. Oksidlanish-qaytarilish (redoksimetriya) metodlari. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining muvozanat konstantalari va titrlash egri chiziqlari.
5. Kompleksonometriya metodining mohiyati.

2. Fan bo'yicha reyting ishlanmasi va baholash mezonlari:

2.1 I kurs 1-semestr bakalavriyat 5420100-"Biologiya" va 5850200-"Ekologiya va tabiatdan foydalanish" ta'lim yo'nalishlarida ta'lim olayotgan talabalarga mo'ljallangan reyting ishlanmasi.

	Nazorat turlari	Soni	Har bir so'rovga	Jami
1	<i>Joriy baholash</i>			55
	1.1 Laboratoriya ishini topshirish	4	5	20
	1.2 TMI	5	5	25
	1.3 Kollokvium	4	2,5	10
2	<i>Oraliq baholash</i>			30
	2.1 Yozma ish	2	10	20

	2.2 TMI (referat)	2	5	10
3	<i>Yakuniy nazorat</i>			15
	3.1. Yozma ish	1	10	10
	3.2. Og'zaki	1	5	5
				Jami ball: 100

2.2 «Miqdoriy analiz» fanidan baholash mezonlari

2.2.1. JB bo'yicha har bir laboratoriya ishini bajarish va hisobot topshirish uchun 5 ball ajratiladi.

2.2.2. Har bir bajarilgan talaba mustaqil ishiga 5 balldan ajratiladi.

2.2.3. Har bir kollokvium uchun 2,5 balldan ajratiladi.

2.2.4. Oraliq baholash yozma ravishda o'tkazilib, unda har bir ish 5 ta savoldan iborat bo'lib, har bitta savolga 2 balldan-jami 10 ballgacha baholanadi.

2.2.5. TMI –referat uchun har bir so'rovga 5 balldan.

2.2.6. Yakuniy nazoratda yozma ish 5 ta savoldan iborat, har bir so'rovga 2 balldan, jami 10 ball qo'yiladi. Og'zaki so'rov ham 5 ta savoldan iborat bo'lib, ularga 1 balldan-jami 5 ball beriladi.

- agar savol mohiyati to'la ochilgan bo'lsa, javoblari to'liq va aniq bo'lsa, 1,8-2 ball
- savolning mohiyati umumiy ochilgan, asosiy faktlari to'g'ri bayon etilgan bo'lsa, 1,4-1,7 ball
- savolga javob berilgan, ammo kamchiliklari bo'lsa, 1,0-1,3 ball

2.3. Mustaqil ish topshiriqlari bo'yicha talabalar asosan berilgan mavzu bo'yicha referat tayyorlaydilar

- Referatda mavzu to'liq ochilgan, to'g'ri xulosa chiqarilgan va amaliy takliflari bo'lsa, 9-10 ball
- Mavzu mohiyati ochilgan, faqat hulosasi ochilgan bo'lsa, 7-8 ball
- Mavzu mohiyati yoritilgan, ammo ayrim kamchiliklari bo'lsa, 5-6 ball beriladi.
- Har bir yozma savolga 2 ball ajratiladi.
- Agar savolning mohiyati to'liq ochilgan bo'lib, talabaning tanqidiy nuqtai nazari bayon qilingan bo'lsa, – 1,8-2 ball
- Savolning mohiyati ochilgan, asosiy faktlari to'g'ri bayon qilingan bo'lsa, 1,4-1,7 ball
- Savolga javob berilgan, ayrim kamchiliklari bor bo'lsa, 1,0-1,3 ball beriladi.

Eslatma: Talabaning bali hisoblanganda yaxlitlanib olinadi.

O'zlashtirish ko'rsatkichlari:

86-100 ball – «a'lo»,

71-85 ball – «yaxshi»,

55-70 ball- «qoniqarli» hisoblanadi.

Sarallash bali -55.

1-mavzu: Miqdoriy analizning vazifasi va metodlari

Ajratilgan vaqt-2 soat

Asosiy savollar:

1. Miqdoriy analizning vazifasi va metodlari.
2. Miqdoriy analizdagi xatolar.

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar:

Tortma analiz, hajmiy analiz, kolorimetrik analiz, nefelometrik analiz, gaz analizi, absolyut qiymat, nisbiy qiymat, gravimetrik usul, haydash metodi.

Mavzuga oid muammolar:

1. Miqdoriy analiz yordamida birikma tarkibidagi elementlarni aniqlash ularning xossalari oldindan aytib berish imkoniyatini yaratadi, degan qarashga sizning munosabatingiz qanday?
2. Analizning biologik usullari inson va boshqa biologik turlarning sezgi organlari yordamida moddalarning xossalari aniqlashga asoslanadi, degan fikrni qanday izohlaysiz?
3. Asosiy analitik muammolar nimalardan iborat?

1-asosiy savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga kimyoviy analizning miqdoriy analizi haqida, miqdoriy analiz metodlari va ularning qo'llanilish chegaralari haqida ma'lumot berish.

Identiv o'quv maqsadlari :

- 1.1. Miqdoriy analizning sifat analizdan farqini va uning mohiyatini izohlaydi.
- 1.2. Birikmalarning kimyoviy formulasini keltirib chiqarishda miqdoriy analizning rolini tushuntirib beradi.
- 1.3. Tortma analiz va hajmiy analiz metodlarining mohiyatini ochib beradi.

1-asosiy savolning bayoni: Analitik kimyo 2 qismga – sifat analizi va miqdoriy analizga bo'linadi. Tekshirilayotgan modda qanday elementlardan iborat ekanligi sifat analizi yordamida aniqlanadi. Miqdoriy analizning vazifasi esa modda tarkibiga kirgan ayrim element yoki birikmalarning miqdorini aniqlashdan iborat.

Analiz natijalari, odatda foiz bilan ifodalanadi. Masalan, kalsiy karbonat analiz qilinganda uning tarkibida necha foiz Ca, C va necha foiz O borligi ko'rsatiladi. CaCO_3 ni kalsiy oksid CaO va CO_2 ning birikishidan hosil bo'lgan birikma, deyish mumkin bo'lganligi uchun bu tuzning tarkibi ko'pincha oksidlarining foizlari bilan ifodalaniladi.

Analitik kimyo, xususan miqdoriy analiz fanda va ishlab chiqarishda katta ahamiyatga ega. Masalan, noma'lum moddaning kimyoviy formulasi uning tarkibiy qismlarining analizda topilgan foiz miqdoriga qarab aniqlanadi. Kimyoviy analiz tekshirishning eng muhim metodi bo'lib, kimyo bilan aloqador bo'lgan

barcha fan sohalarida keng qo'llaniladi. Kimyoviy analiz mineralogiya, geologiya, fiziologiya, mikrobiologiya, meditsina, agronomiya va texnika fanlari uchun juda katta ahamiyatga ega. Ishlab chiqarish jarayonining hamma bosqichlarida injener-texnolog ishlab chiqarilayotgan materiallarning sifat va miqdoriy tarkibini bilishi zarur. Masalan, cho'yan quyish va shisha sanoatida pechga solinayotgan materiallarning tarkibini bilgan holdagina shixtani to'g'ri tayyorlash mumkin. Ko'nychilik sanoatida esa ishlatilayotgan ekstraktlardagi oshlovchi moddalarning miqdorini bilgan holdagina teri oshlash jarayonini yaxshilab olib borish mumkin va boshqalar.

Hozirgi vaqtda sanoatda kimyoviy tarkibi va uning sifati maqsadga muvofiq ekanligini aniqlamasdan turib hech bir material qabul qilinmaydi va tayyorlab chiqarilmaydi. Analiz natijalari asosida ishlab chiqarish jarayonining barcha texnologiya hisoblarigina tuzilmay, balki korxonada moliyaviy hisobining asosi-materiallarning narxi ham aniqlanadi.

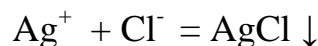
Chala mahsulotlarni analiz qilish juda katta ahamiyatga ega. Ana shu analiz natijasiga qarabgina, texnolog xom ashyodan yaxshi foydalanishi, texnologik jarayonda yuz bergan kamchiliklarni yo'qotishi va shu bilan birga yaroqsiz mahsulotning chiqishiga yo'l qo'ymasligi mumkin.

Bundan yaqqol ko'rinib turibdiki, ishlab chiqarishni kimyoviy nazorat qilishni to'g'ri tashkil etish muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun deyarli har bir zavod va fabrikada ishlab chiqarishning eng muhim sohalaridan biri ishlab chiqarishni kimyoviy nazorat qilib boradigan analitik laboratoriya hisoblanadi.

Miqdoriy analizni boshlashdan oldin tekshirilayotgan moddaning sifat tarkibini aniq bilish kerak. Tekshirilayotgan moddada miqdori aniqlanishi lozim bo'lgan elementning borligi avvaldan ma'lum bo'lgan holda ham sifat analizidan foydalanishga to'g'ri keladi, chunki moddaning tarkibiy qismini aniq bilgandagina bizni qiziqtirayotgan elementning miqdorini aniqlash metodini to'g'ri tanlash mumkin.

Amalda esa analiz qilinadigan ko'pchilik materiallarining sifat tarkibi ma'lum bo'lgani uchun analitikning vazifasi ancha osonlashadi. Analiz qilinadigan moddadagi ayrim elementlarning taxminiy miqdori ham ma'lum bo'ladi.

Miqdoriy analizda ham sifat analizda qo'llaniladigan ionlar reaksiyasidan foydalaniladi. Masalan, agar xlor (aniqrog'i xlorid ion)ning miqdorini aniqlash kerak bo'lsa, uni eritmadan kumush ion bilan cho'ktiriladi:



Bu reaksiya asosida xlorni har xil usullar bilan aniqlash mumkin. Masalan, cho'kmaga tushgan AgCl ni filtrlab olib yaxshilab yuvish, so'ngra ehtiyotlik bilan qizdirib (yoki quritib) tarozida aniq tortish mumkin. Cho'kma (AgCl) ning og'irligi va formulasiga qarab unda qancha xlor borligini hisoblash qiyin emas.

Masalan, 0,0536 g NaCl ga AgNO₃ eritmasi ta'sir ettirilganda 0,1290 g AgCl cho'kmaga tushgan. AgCl ning 1 g-molekulasida 1 gramm-atom Cl borligini nazarga olib, shunday yozish mumkin:

143,3 g AgCl tarkibida----- 35,46 g Cl bor.

0,1290 g AgCl -----X g Cl bor

$$X = \frac{0,1290 \cdot 35,46}{143,3} = 0,03193 \text{ g Cl}$$

Xlorning topilgan miqdorining hammasi avval analiz uchun tortib olingan osh tuzi tarkibida ekanligini nazarga olib, osh tuzidagi xlorning foiz miqdorini hisoblash oson:

$$\begin{array}{l} 0,0536 \text{ g NaCl da } \text{-----} 0,03193 \text{ g Cl bor} \\ 100 \text{ g NaCl da } \text{-----} y \text{ g Cl bor} \end{array}$$

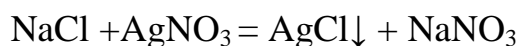
$$y = \frac{0,3193 \cdot 100}{0,0536} = 59,6 \%$$

Analizning bu metodi *tortma analiz* deyiladi, chunki aniqlanayotgan elementning miqdori reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddaning og'irligiga qarab aniqlanadi.

Osh tuzi tarkibidagi xlorning miqdorini boshqa usul - titrlash usuli bilan, ya'ni Cl⁻ ionlarini cho'ktirish uchun sarflangan va konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan reaktiv eritmasining hajmini o'lchash bilan ham aniqlash mumkin.

Bu ikki kattalik-reaktiv eritmasining hajmi va konsentratsiyasi tekshirilayotgan moddadagi xlorning miqdorini hisoblab topish uchun kifoyadir. Masalan: agar analiz uchun tortib olingan moddani suvda eritish yo'li bilan tayyorlangan eritmadan xlorni cho'ktirish uchun 1 millilitrida 0,0085 g AgNO₃ bo'lgan eritmadan 18,00 ml sarflangan bo'lsa, u holda reaksiya uchun hammasi bo'lib 18,00 · 0,0085 = 0,1530 g AgNO₃ ketgan ekan.

Reaksiya tenglamasi:



dan ko'rinib turibdiki, bir gramm-ion (ya'ni 35,46 g) Cl ni cho'ktirish uchun bir gramm-molekula (ya'ni 169,9 g) AgNO₃ kerak. Demak, quyidagicha yozish mumkin:

$$\begin{array}{l} 35,46 \text{ g Cl ni cho'ktirish uchun } 169,9 \text{ g AgNO}_3 \text{ kerak.} \\ X \text{ g Cl ga } \text{-----} 0,1530 \text{ g AgNO}_3 \end{array}$$

$$X = \frac{0,1530 \cdot 35,46}{169,9} = 0,03193 \text{ g Cl}$$

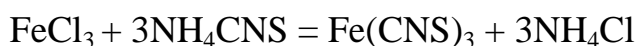
Shundan so'ng, xuddi avvalgi holga o'xshab, tortib olingan moddadagi xlorning foiz miqdori hisoblab topiladi.

Reaktivning aniq konsentratsiyali eritmasining reaksiya uchun sarflangan hajmini aniq o'lchashga asoslangan analiz metodi *hajmiy analiz* deyiladi.

Tekshirilayotgan moddadagi biror elementning miqdorini hajmiy analiz yordami bilan aniqlashda reaksiyaning tamom bo'lish paytini biror usul bilan aniq bilib olish kerak. Reaksiyaning tamom bo'lganligini hamma vaqt bilib bo'lavermaydi. Undan tashqari hajmiy analizda reaksiyaning o'zi ham bir qator shartlarni qanoatlantirishi zarur va shuning uchun hajmiy analizning qo'llanish sohasi tortma analizga qaraganda ancha chegaralangan bo'ladi.

Hajmiy analiz metodining muhim afzalligi shundaki, bu analizni bajarish uchun oz vaqt talab qilinadi. Shuning uchun amalda, masalan, ishlab chiqarishni kimyoviy kontrol qilishda hajmiy analiz katta ahamiyatga ega.

Sifat analizida ko'pincha eritma rangining o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalardan foydalaniladi. Masalan, Fe^{+3} ionini NH_4CNS yoki KCNS yordami bilan topishda suvda erimaydigan to'q qizil rangdagi rodanid $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ hosil bo'ladi:



Bu reaksiya miqdoriy analizda ham qo'llanilishi mumkin. Buning uchun bir probirkada tekshirilayotgan eritmadan, ikkinchi probirkaga xuddi shunday sharoitda «standart eritmadan» dan, ya'ni uch valentli temir tuzining konsentratsiyasi aniq bo'lgan eritmasidan quyib, ikkala eritmaga NH_4CNS yoki KCNS dan qo'shamiz. Bunda ikkala probirkada ham bir xil rangli eritma hosil bo'lsa, ulardagi Fe^{+3} ionining miqdori ham teng bo'ladi.

Agar tekshirilayotgan eritma rangi «standart eritma» ga nisbatan to'proq (yoki ochroq) bo'lsa, u holda Fe^{+3} ionlarining konsentratsiyasi ham tekshirilayotgan eritmada ko'proq (yoki kamroq) bo'ladi. Analizning eritmalar rangining to'q-ochligini taqqoslashga asoslangan metodi *kolorimetrik analiz* deyiladi.

Ba'zan rang o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalar o'rniga qiyin eriydigan modda hosil qiluvchi reaksiyalardan foydalaniladi. Aniqlanilayotgan elementning eritmadagi miqdori eritmaga biror reaktiv ta'sir ettirganimizda eritmaning loyqalanishiga qarab va uni eritmaning loyqalanish darajasi bilan solishtirib topiladi. Bu prinsipga asoslangan metodlar *nefelometrik analiz* deyiladi.

Eritmalarning rangi uncha to'q bo'lmagan (yoki uncha loyqalanmagan) holdagina eritmadagi aniqlanayotgan elementning miqdorini kolorimetrik (yoki nefelometrik) metod bilan aniqlash mumkin bo'ladi. Bu usullar bilan aniqlashda juda suyultirilgan eritmalar ishlatiladi. Amalda tekshirilayotgan moddada aniqlanayotgan elementning miqdori juda kam bo'lsa va shuning uchun tortma hamda hajmiy analizlarni qo'llash mumkin bo'lmagan taqdirda kolorimetrik va nefelometrik metoddan foydalaniladi.

Analizlarning tez bajarilishi ham kolorimetrik metodlarning keng qo'llanishiga imkon beradi.

Miqdoriy analizda yuqorida bayon etilgan metodlardan tashqari yana bir necha metodlar qo'llaniladi. Masalan, *gaz analizi* metodini olaylik. Bu metodning

mohiyati analiz qilinayotgan gazlar aralashmasidagi ayrim komponentlarni biror reaktivga shimdirish (yuttirish) orqali shu komponentning hajmini aniqlashdan iborat.

Yutilgan gazning miqdori gazlar aralashmasi hajmining kamayishiga qarab topiladi. Undan tashqari aniqlanayotgan elementning miqdorini reaksiya natijasida hosil bo'lgan gazning hajmini o'lchash yo'li bilan topish mumkin. Masalan, cho'yan va po'lat tarkibidagi uglerodning miqdori, odatda tarozida tortib olingan po'lat namunasini maxsus elektr pechlarda kislorod oqimida 1000-1250⁰C da qizdirish natijasida hosil bo'lgan CO₂ ning hajmini o'lchab topiladi. Rangli metallar va qotishmalarni analiz qilishda *elektroanaliz* usuli juda keng qo'llaniladi.

Bu metodda tekshirilayotgan moddani elektrodlarining og'irligi ma'lum bo'lgan elektrolizyorda elektroliz qilish yo'li bilan aniqlanayotgan element erkin holda ajratib olinadi (ba'zi elementlar elektroliz vaqtida oksid holida ajralib chiqadi, masalan, MnO₂ yoki PbO). Ajralib chiqqan elektrolitning miqdori elektrod og'irligining oshganligiga qarab aniqlanadi.

Tekshirilayotgan moddadagi elementning miqdorini aniqlashda *elektr-hajmiy analiz* metodlari ham qo'llaniladi. Bunda hajmiy analizning prinsipi saqlanib qoladi, lekin reaksiyaning tamom bo'lgan payti eritmaning elektr o'zgaruvchanligini o'lchash (konduktometrik metod) yoki tekshirilayotgan eritmaga botirilgan elektrodning potensialini o'lchash (potensiometrik metod) yo'li bilan aniqlanadi. Elektr-kimyoviy metodlarga *polyarografik metod* ham kiradi. Bu metod bo'yicha, tekshirilayotgan eritmadan aniqlanishi lozim bo'lgan element (ion) ning miqdori tekshirilayotgan eritmani *polyarograf* deb ataladigan maxsus asbobda elektroliz qilish natijasida hosil bo'lgan Volt-Amper egri chizig'i (yoki polyarogramma) ning xarakteriga qarab aniqlanadi. *Nishonli atomlar*, ya'ni aniqlanayotgan elementlarning radioaktiv izotoplari ishlatilishiga asoslangan analiz metodini ham ko'rsatib o'tish kerak. Aniqlanayotgan elementlarda radioaktivlik xususiyatining, shuningdek, bu radioaktiv elementlarning xossalari bilan ularning barqaror izotoplarining xossalari orasida ayniyat borligi biror tur nurlanishning intensivligini o'lchaydigan hisoblash asboblaridan foydalanishga imkon beradi. Bunda oddiy analitik metodlar yordamida bajarilishi qiyin bo'lgan yoki butunlay bajarib bo'lmaydigan masalalarni osonlik bilan hal etish mumkin bo'ladi. Masalan, po'lat eritishda fosforning metall bilan shlak orasida qanday taqsimlanayotganini bilish uchun metallurgiya pechiga tarkibida fosforning yarim yemirilish davri 3 kun bo'lgan radioaktiv izotopi bor kalsiy fosfat solinadi.

Eritilayotgan vaqtda metall va shlakdan namuna olib, hisoblash asbobi yordamida ularning radioaktivligi aniqlanadi. Po'lat va shlak orasida fosforning qanday taqsimlanayotganligini va bu taqsimlanish qanday omillarga bog'liq ekanligini bu usul bilan oson va tez bilish mumkin.

Nishonli atomlar metodi yuqori darajada seziluvchanligi bilan farq qiladi. Bu uning eng qimmatli xususiyatlaridan biridir.

Analitik amaliyotda analizning *xromatografik metodi* ham qo'llaniladi. Bu metod biror qattiq modda (adsorbent), masalan, alyuminiy oksid, permutit va har xil sintetik smolalarning erigan moddani yoki ionlarni tanlab adsorbilash hodisasiga asoslangandir.

Har xil moddalar yoki ionlarni bir-birdan ajratishda *xromatografik metodni* qo'llash ayniqsa muhimdir. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, moddalarning tarkibida yoki tuzilishida ozgina farq bo'lsa, ularning adsorbilanish qobiliyati bir-biridan farq qiladi. Shuning uchun xromatografik metod xossalari bir-biriga juda yaqin bo'lgan va shu sababli boshqa moddalar bilan ajratish qiyin bo'lgan yoki ajratib bo'lmaydigan moddalarni bir-biridan ajratishga imkon beradi.

Miqdoriy analizning yuqorida ko'rib o'tilgan metodlari kimyoviy va fizik-kimyoviy metodlarga bo'linadi. Kimyoviy metodga tortma, hajmiy va gaz analizi metodlari, fizik-kimyoviy metodga esa kolorimetriya va nefelometriya, shuningdek, elektrokimyoviy va xromatografik metodlar kiradi.

Undan tashqari miqdoriy aniqlashlarning fizik *metodlari*, masalan, miqdoriy spektral analiz, lyuminessent analiz va boshqalar qo'llaniladi. Sifat analizidagi kabi miqdoriy analizda ham makro-, mikro- va yarim mikrometodlar qo'llaniladi.

Makroanalizda analiz uchun tortib olinadigan qattiq moddaning og'irligi (0,1 g atrofida va undan ko'p) yoki eritmalarning hajmi nisbatan ko'proq (bir necha o'n ml va undan ortiq) olinadi. Bu metodda ishlatiladigan asosiy asbob 0,0002 g gacha aniqlik bilan tortishga imkon beruvchi analitik tarozilardir. Makrometod bilan bir qatorda miqdoriy analizning mikro-va yarim mikrometodlari ham tobora keng qo'llanilmoqda. Bu metodlarda analiz uchun tortib olingan moddaning miqdori 1 mg dan 50 mg gacha, eritmalarning hajmi esa millilitrning o'ndan bir ulushidan bir necha millilitrgacha bo'ladi.

Bu usullarda tekshirilayotgan moddadagi element miqdorini aniq topish uchun ancha sezgir tarozilar, masalan, mikrotarozilar va shuningdek eritmalar va gazlarning hajmlarini o'lchash uchun ancha aniq asboblardan foydalanishga to'g'ri keladi.

Muhokama uchun savollar:

1. Miqdoriy analizning vazifasi modda tarkibiga kirgan ayrim element yoki birikmalarning miqdorini aniqlashdan iborat, degan fikrni qanday izohlaysiz?
2. Hajmiy analiz bilan tortma analiz o'rtasida qanday bog'lanish bor?
3. Analitik usul va reaksiyalarning selektivligi hamda sezgirligi nima?
4. CaCO_3 da Ca ning miqdorini aniqlash uchun analizga tortib olingan 0,4116 g CaCO_3 HCl da eritildi, so'ngra eritmaga $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ qo'shildi. Cho'kma qizdirilgach, 0,3202 g CaO hosil bo'lgan bo'lsa, CaCO_3 da Ca ning foiz miqdorini hisoblang.

A) 30%; B) 40%; V) 50%; G) 60%.

2-savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga analiz jarayonida yo'l qo'yiladigan sistematik, tasodifiy va qo'pol xatolar haqida tushuncha beriladi. Absolyut va nisbiy xatolarni hisoblashni usullari yoritib beriladi.

Identiv o'quv maqsadlari:

- 2.1. Analiz jarayonida yo'l qo'yiladigan xatolarning turlarini sanab bera oladi.
- 2.2. Analiz jarayonida yo'l qo'yilgan absolyut va nisbiy xatolikni konkret misollarda ishlab chiqa oladi.

3. Miqdoriy analiz natijalarini hisoblashni tushuntiradi.

2-savolning bayoni: Biror miqdoriy aniqlash qanchalik badiqqat o'tkazilmasin, olingan natija odatda aniqlanayotgan moddaning haqiqiy miqdoridan bir oz farq qiladi.

Analiz xatolari o'z xarakteri bo'yicha: a) sistematik, b) tasodifiy va v) qo'pol xatolarga bo'linadi.

Sistematik xatolar. Sistematik xatolar deb, kattaligi doimiy bo'lgan yoki ma'lum qonun bo'yicha o'zgaradigan xatoliklarga aytiladi. Bunday xatolarni odatda oldindan nazarda tutish va ularni yo'qotish yoki tegishli tuzatishlar kiritish mumkin. Sistematik xatolarning quyidagi turlari mavjud:

- 1) *Metodik xatolar.* Bu xatolar qo'llanayotgan analiz metodining xususiyatlariga, masalan, reaksiyaning to'la bormasligi, cho'kmaning qisman eruvchanligi, cho'kma bilan birga har xil begona qo'shimchalarning birga cho'kishi, qizdirilayotgan vaqtda cho'kmaning qisman parchalanishi yoki uchib ketishi, qizdirilgan cho'kmaning gigroskopikligi va hokazolarga bog'liq. Metodik xatolar miqdoriy aniqlashlarda natijani buzuvchi jiddiy sabablar jumlasiga kiradi.
- 2) *Ishlatilayotgan asbob va reaktivlarga bog'liq bo'lgan xatolar.* Bular jumlasiga tarozi yelkalarining teng emasligi, tarozi toshlarining to'g'ri emasligi, tekshirilayotgan eritmaga begona qo'shimchalarning tushib qolishi kiradi.
- 3) *Individual xatolar.* Bu xatolar analitikning shaxsiy xususiyatlariga, masalan, titrlash vaqtida eritma rangining o'zgarish paytini aniq seza bilmasligi va boshqalarga bog'liq. Talabaning o'zining xatosi, ya'ni u olingan natijasini boshqalarning natijasi bilan yaqin olishga harakat qilishi ham kiradi. Shuning uchun student mumkin qadar obyektiv bo'lishi lozim.

Tasodifiy xatolar deb kelib chiqishi ma'lum bir qonuniyatga asoslanmay, kattaligi va ishorasi noma'lum bo'lgan xatolarga aytiladi. Tasodifiy xatolar analitikning o'ziga bog'liq bo'lmagan tashqi omillar ta'sirida ro'y beradi.

Bunday xatolar sifatida aniqlanayotgan eritma solingan idishning og'zi ochiq qoldirilganligi sababli unga tashqaridan har-xil iflosliklarning tushishi, suyuqlik qaynatilganda sachrab ketib kamayishi, cho'kmaning oz yoki haddan tashqari ko'p yuvilishi, cho'kmani stakandan filtrga to'la o'tkazmaslik, cho'kmani yetarli darajada qizdirmaslik, tortilayotgan modda bilan tarozining harorati bir xil emasligi va buning natijasida tortish natijasi xato bo'lishi kiradi. Ishni juda diqqat-e'tibor bilan bajarish va parallel aniqlashlar sonini ko'paytirish orqali tasodifiy xatoliklarni anchagina kamaytirish mumkin.

Qo'pol xatolar. Bunday xatolar jumlasiga tortish paytida tarozi toshlarini noto'g'ri hisoblash, titrlash vaqtida byuretkaga shkalasini noto'g'ri hisoblash, aniqlash vaqtida eritmaning yoki cho'kmaning bir qismini to'kib yuborish kiradi.

Qo'pol xatolar tufayli analizning natijasi noto'g'ri bo'lib qoladi va shuning uchun u bir necha parallel aniqlashlardan o'rtachasini olishda tashlab yuboriladi. Miqdoriy aniqlashlarda yo'l qo'yilgan xatolarni turlicha ifodalash mumkin. Ifodalash usuliga qarab xatolar *absolyut* va *nisbiy* xatolarga bo'linadi. Ko'pchilik hollarda aniqlashdagi absolyut xato emas, balki nisbiy xato qiziqtiradi.

Absolyut xato. Aniqlanayotgan kattalikning haqiqiy miqdori bilan olingan natija o'rtasidagi farq *absolyut xato* deyiladi va «D» harfi bilan belgilanadi.

Masalan, kristall holdagi BaCl_2 da 14,70% kristallizatsiya suvi borligi aniqlangan. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ formuladan, haqiqatda bariy xloridda 14,75% kristallizatsiya suvi borligi aniqlangan. U holda absolyut xato

$$D = 14,70 - 14,75 = -0,05\% \text{ ga teng.}$$

Nisbiy xatolik. Absolyut xatoning aniqlanayotgan kattalikka nisbati *nisbiy xato* deyiladi. Ko'pincha bu nisbatni 100 ga ko'paytirib nisbiy xatoni % bilan ifodalanadi va Δ -delta bilan belgilanadi. Yuqoridagi misolda nisbiy xato

$$\Delta = \frac{-0,05}{14,75} \cdot 100 = -0,34\% \text{ ga teng.}$$

Muhokama uchun savollar:

1. Qanday xatolar miqdoriy analiz natijalarining butunlay noto'g'ri chiqishiga sabab bo'ladi yoki unday turdagi xatoliklar mavjud emasmi?
2. Sistematik xato bilan tasodifiy xatolar orasida qanday bog'lanish bor? Ularning oldini olish mumkinmi?
3. Namuna tarkibidagi sulfatning massa ulushi 15,54; 15,49; 15,51; 15,53; 16,68% ekanligi aniqlangan bo'lsa, oxirgi natija qanday xato hisoblanadi?

1- mavzu bo'yicha mustaqil ish topshiriqlari. Miqdoriy analizning vazifasi va metodlari.

- 1.1. Miqdoriy analizning qanday usullari mavjud va ular nimalarga asoslangan?
A) kimyoviy;
B) fizikaviy;
C) fizik-kimyoviy;
D) biologik;
E) elektrokimyoviy usullar.
- 1.2. Analitik kimyoning metodologik asoslari, uning alohidaligi, fanlar tizimidagi o'rnini ko'rsating.
- 1.3. Miqdoriy analizning volyumentrik usuliga tavsif bering, bu usulning mohiyati nimaga asoslangan?
- 1.4. Tortma va hajmiy analizning bir-biriga o'xshash va farqli tomonlarini qiyoslang.

Asosiy xulosalar: Miqdoriy analizning kimyoviy metodlari turli-tuman moddalarning tarkibini aniqlashga imkon beradi. Lekin kimyoviy metodlar ishlab chiqarishni nazorat qilishning talablarini ba'zi hollarda qanoatlantirmaydi. Masalan, tekshirilayotgan moddalar tarkibidagi ba'zi bir qo'shimchalarni aniqlashda kimyoviy metodlarning sezgirligi yetarli darajada bo'lmaydi. Bundan tashqari, gravimetrik aniqlashlar ko'p vaqt talab qilsa, titrimetrik analizlarning

qo'llanilishi ham chegarali hisoblanadi. Shu sababli, hozirgi davrda analizning yangi, sezgirligi yuqori bo'lgan va tez bajariladigan metodlarini yaratishga e'tibor berilmoqda. Bu jihatdan fizik-kimyoviy va fizikaviy metodlar istiqbolli hisoblanadi.

Kerakli adabiyotlar:

1. Alekseyev V.N. «Miqdoriy analiz». T., «O'qituvchi», 1975-yil. 7-14, 49-56 betlar.
2. Mirkomilova M. «Analitik kimyo». T., «O'zbekiston», 2002-yil. 149-154-betlar.
3. Rasulov K.R. «Analitik kimyo». T., G'.G'ulom nomidagi NMIU, 2004-yil, 340-344-betlar.
4. Fayzullayev O. «Analitik kimyo». S., SamDU nashri, 2000-yil. 157-159-betlar.

2-mavzu: Tortma analizning mohiyati. Cho'kmalarga qo'yiladigan talablar.

Ajratilgan soat-2 soat.

Asosiy savollar:

1. Tortma analiz haqida tushuncha. Tortma analiz metodlari. Cho'ktiriladigan va tortiladigan shakl.
2. To'la cho'kishga ta'sir etuvchi omillar.
3. Vodorod ionlari konsentratsiyasining to'la cho'kishga ta'siri.
4. Kristall va amorf cho'kmalar. Ularning hosil bo'lish shart-sharoitlari.

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar:

Cho'ktiriladigan shakl, tortiladigan shakl, to'la cho'kishga reagent miqdorining va vodorod ionlarining ta'siri, haydash metodi, kristall, filtr, filtrlash, yuvish, qizdirish, cho'ktiruvchi tanlash, niqoblash, tuz effekti, kristall cho'kma, amorf cho'kma, kolloid eritma, kompleks birikma.

Mavzuga oid muammolar:

1. Tortma analiz natijalarining aniqligi va ishonchliligi hosil bo'lgan cho'kmaning sifatiga bog'liq. Cho'kmaning sifatini qanday qilib yaxshilash mumkin?
2. Nima uchun cho'kmalarni yuvishda suvga cho'kma bilan mos ioni bo'lgan elektrolit kiritiladi?
3. Gomogen cho'ktirishda mexanik aralashtirish talab etilmasligining asosiy sabablari nimada?
4. Cho'ktirish jarayonida qanday qilib gidrolizlanish jarayoni sodir bo'lmasligi, tuz effekti va kompleks birikmalar hosil bo'lmasligining oldini olish mumkin?

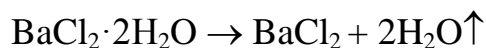
1-asosiy savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga miqdoriy analizning tortma analizi, uning metodlari haqida, cho'ktiriladigan va tortiladigan shakllar haqida tushuncha berish va ko'nikma hosil qilish, ularning qo'llanilish chegaralari haqida ma'lumot berish.

Identiv o'quv maqsadlari :

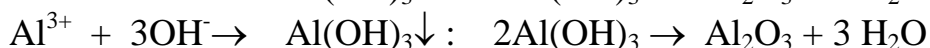
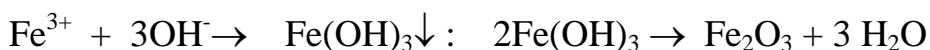
- 3.1. Tortma analizning mohiyatini izohlaydi.
- 3.2. Haydash va cho'ktirish metodlarining farqi va afzalliklarini sanab beradi va izohlaydi.
- 3.3. Tortma analizda cho'ktiriladigan va tortiladigan shakl hamda ularga qo'yiladigan talablarni tushuntiradi.
- 3.4. To'la cho'kishga ta'sir etuvchi omillarni izohlab beradi.

1-asosiy savolning bayoni: Tortma analizda tekshirilayotgan moddadagi aniqlanayotgan elementning miqdorini odatda elementning biror qiyin eriydigan birikma tarzida cho'ktirilganda hosil bo'lgan cho'kmaning og'irligiga qarab topiladi. Tortma analiz 2 ga bo'linadi; *haydash metodi* va *cho'ktirish metodiga*. Haydash metodidan moddaning uchuvchan qismlarini aniqlashda foydalaniladi. Bunda aniqlangan tarkibiy qismning miqdori modda og'irligining kamayishiga qarab topiladi.

Haydash metodidan foydalanib quyidagi laboratoriya ishi bajariladi: $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ hamda $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ tarkibidagi kristallizatsiya suvini aniqlash. Dastlab analiz qilinadigan kristallgidrat namunasining massasi topiladi va u buyksga solinib quritish shkafida $110-120^\circ \text{C}$ da muayyan vaqt quritiladi. Bunda suv bug' holda chiqib ketadi:



Haydashgacha $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ning massasi bilan haydashdan keyingi BaCl_2 massalari orasidagi farq asosida kristallizatsiya suvi yoki gigroskopik namlik aniqlanadi. Cho'ktirish usullarida aniqlanadigan modda kimyoviy reaksiyalar yordamida kam eruvchan birikma holida cho'ktiriladi. Hosil bo'lgan cho'kma dekantatsiyalanadi, filtrlanadi, yuviladi va quritiladi. Quritish jarayonida va ayniqsa kuydirish natijasida cho'kma butunlay boshqa moddaga aylanishi mumkin. Tortma (gravimetrik) analizda ana shuning uchun ham *cho'ktiriladigan* va *tortiladigan* shakllar tushunchalari mavjud. Tegishli reaktiv ta'sirida eritmadan cho'kmaga tushirilgan, kam eruvchan birikma *cho'ktiriladigan shakl*, analizning natijasini olish uchun tarozida tortiladigan birikma esa *tortiladigan shakl* deb ataladi. Ayrim hollarda tortiladigan va cho'ktiriladigan shakllar o'zaro to'g'ri kelishi ham mumkin, masalan, BaSO_4 bunga misol bo'ladi. Quyidagi misollarda cho'ktiriladigan shakl tortiladigan shakldan farq qiladi:



Bu misollarda $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, CaC_2O_4 cho'ktiriladigan, Fe_2O_3 , Al_2O_3 va CaO lar esa tortiladigan shakl hisoblanadi. Cho'ktiriladigan va tortiladigan shakllarga bir qator talablar qo'yiladi.

Cho'kmalarga qo'yiladigan talablar. Cho'ktiruvchini tanlash.

Elementning biror qiyin eriydigan birikmasi bir qator talablarni qanoatlantirgan taqdirdagina undan tortma analizning cho'ktirish metodida foydalaniladi. Jumladan qizdirish vaqtida ko'pchilik cho'kmalar kimyoviy o'zgarishlarga uchraydi. Shuning uchun cho'ktiriladigan shaklga quyidagi talablar qo'yiladi:

- 1) Cho'ktiriladigan shakl nihoyatda kam eriydigan bo'lishi kerak, aks holda aniqlanishi kerak bo'lgan element yoki ionni to'la cho'ktirish mumkin emas. Bu esa o'z navbatida EK ga bog'liq bo'ladi, ya'ni $EK > 10^{-8}$ dan katta bo'lmasligi kerak.
- 2) Cho'kma kam eruvchanligi sababli cho'ktirish reaksiyalari juda seziluvchan va hosil bo'lgan cho'kmaning molekulyar massasi katta bo'lishi kerak.
- 3) Cho'kmaning strukturasi mumkin qadar tezlik bilan filtrlashga va begona qo'shimchalardan tozalab yuvishga imkon berishi kerak. Yirik kristall holdagi cho'kmalar ishlash uchun qulaydir.
- 4) Nihoyat cho'ktiriladigan shakl qizdirilganda tortiladigan shaklga yetarli darajada oson va to'la o'tishi kerak.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, analiz vaqtida hosil bo'lgan cho'kmalar eritmadagi begona ionlarni ham, jumladan cho'ktiruvchi ionlarini ham o'zi bilan birga cho'kmaga olib tushadi. Cho'kmani doimo toza yuvib bo'lmaydi. Shuning uchun cho'ktiruvchining uchuvchan modda bo'lishi foydalidir. Shu qo'yilgan talablarning hammasiga organik erituvchilar to'liq javob beradi. Analizni o'tkazishda cho'ktiruvchi sifatida organik reagentlarni tobora ko'proq ishlatilishining sababi ham ana shunda.

Tortiladigan shaklga qo'yiladigan talablar:

- 1) Tortiladigan shaklning tarkibi uning kimyoviy formulasiga to'la mos kelishi kerak. Agar tortiladigan cho'kma ma'lum bir formulaga mos keluvchi alohida kimyoviy modda bo'lmasa, u vaqtda analiz natijasini hisoblab bo'lmaydi.
- 2) Tortiladigan shakl kimyoviy jihatdan yetarli darajada barqaror bo'lishi kerak. Havoda kimyoviy tarkibi o'zgarmaydigan, havodagi gaz va namlikni yutmaydigan, yuqori haroratda parchalanmaydigan bo'lishi kerak.
- 3) Tortiladigan shaklda aniqlanayotgan elementning miqdori mumkin qadar kam bo'lishi kerak, chunki bunda aniqlash xatolari analiz natijasiga kam ta'sir etadi. Hech qaysi cho'kma bu shartlarni to'liq qanoatlantira olmaydi. Cho'kmalarning to'liq hosil bo'lishi va xossalari quyidagilar kuchli ta'sir ko'rsatadi: 1. Cho'ktiruvchining konsentratsiyasi. 2. Harorat. 3. Begona tuzlarning konsentratsiyasi.

Muhokama uchun savollar:

1. Tortma analizning haydash usulida bevosita va bilvosita aniqlash usullarini bayon qila olasizmi?
2. Gravimetrik analizda ekvivalent nuqtaning qachon yuzaga kelishi nima uchun ahamiyatga ega emas?
3. Gravimetrik analizda tortiladigan shakl uchun qayta hisoblash omili qanday aniqlanadi va u qanday qiymatlarga ega bo'lishi kerak?

4. Toshko'mir tarkibidagi uchuvchan moddalarni aniqlanganda quyidagi natijalar olindi: tigelning massasi 5,2346 g, tigel bilan namuna tortimning massasi 6,3265 g, uchuvchan moddalar haydalgandan keyin tigelning namuna bilan massasi 6,1096 gramm. Namunadagi uchuvchan moddalarning massa ulushini hisoblang.

2-savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga tortma analizda aniqlanishi kerak bo'lgan element yoki ion biror qiyin eriydigan birikma holda amalda to'liq cho'ktirilishi kerakligi, cho'kishga ta'sir etuvchi omillar va to'la cho'kishga cho'ktiruvchi reagent miqdorining ta'siri haqida tushuncha beriladi.

Identiv o'quv maqsadlari:

- 2.1. To'la cho'kishga ta'sir etuvchi omillarni sanab beradi.
- 2.2. Qiyin eriydigan birikmalarning eruvchanlik ko'paytmasini izohlaydi.
- 2.3. Tortma analizda aniqlanishi kerak bo'lgan element yoki ionni cho'ktirishda qanday reagent tanlash kerakligi va uning miqdori qanday bo'lishini tushuntirib beradi.
- 2.4. EK qoidasiga asosan cho'kmaning hosil bo'lishi va cho'kmalarning erish sharoitlarini ta'riflab beradi.

2-savolning bayoni: Cho'kmalarning hosil bo'lishi qator omillarga bog'liq. Tortma analiz natijalarining aniqligi va ishonchliligi cho'kmalarning sifatiga bog'liq. Cho'kmaning shakli, strukturasi va tozalik darajasi cho'ktirish sharoitiga va cho'ktirishning to'laligiga bog'liq. Hosil bo'luvchi cho'kmaning struktura va xossalari moddalarning konsentratsiyalari, cho'ktirishning davomiyligi, harorat, cho'kmaning eruvchanligi, cho'ktirish davomida eritmaning aralastirilishi, eritmaning pH qiymati kabilarga bog'liq.

Cho'ktirish tezligining ta'siri. Cho'ktiruvchi qo'shilganda ionlar konsentratsiyalari ko'paytmasi EK dan oshganda cho'kma tusha boshlaydi. Cho'ktirishning boshida kichik o'lchamli zarrachalar hosil bo'lib, asta-sekin kattalasha boradi. Sekinlik bilan cho'ktirishda zarrachalar bir-biriga nisbatan to'g'ri oriyentatsiyalanadi. Agar modda qanchalik kam eruvchan bo'lsa, cho'kma shunchalik tez tushadi. Cho'ktirish tezligi katta bo'lsa, agregatsiya tezligi ortib ketadi va bir nechta kristallanish markazlari yuzaga kelib, mayda kristallar hosil bo'ladi, ularni farqlash esa juda qiyindir. Modda juda tez cho'ktirilsa, dastlabki kristallanish markazlari to'g'ri oriyentatsiyalanishga ulgurmay qoladi, natijada amorf cho'kmalar hosil bo'ladi. Amorf cho'kmalarni hatto rentgenostruktur analiz yordamida ham farqlash qiyin.

Konsentratsiya ta'siri. Cho'kmaning tushishi eritmaning to'yinishi bilan boshlanadi. Kurtaklarning hosil bo'lish tezligi va soni to'yinish darajasiga bog'liq bo'lib, to'yinish qancha yuqori bo'lsa, kurtaklar shuncha tez ko'payadi va natijada mayda kristallar hosil bo'ladi. Cho'ktirish suyultirilgan eritmalardan o'tkazilsa, kurtakchalar soni kam bo'ladi, shuning uchun yirik cho'kma tushadi.

Aralastirish ta'siri. Aralastirish eritmaning ma'lum joylarida konsentratsiyaning pasayishiga va eruvchanlikning ortishiga olib keladi. Natijada kurtakchalar soni kamayadi va kristallarning yiriklashishiga sharoit tug'iladi.

Shuning uchun ham cho'ktirish eritmani aralastirib turgan holda amalga oshiriladi.

Harorat ta'siri. Isitish natijasida ko'pgina cho'kmalarning eruvchanligi ortadi. Eruvchanlikning ortishi tasodifan hosil bo'lgan kurtaklarning erib ketishiga olib keladi va yirik kristallarning hosil bo'lishi uchun sharoit yaratiladi. Demak, cho'ktirishni cho'ktiriluvchi moddaning issiq eritmasiga issiq cho'ktiruvchi qo'shish bilan olib boriladi.

pH ning ta'siri. Agar cho'ktiriluvchi modda kuchli kislotaning kam eruvchan tuzi bo'lsa, u kislotalarda erimaydi. Agar u kuchsiz kislotaning tuzi bo'lsa, uning kislotalarda eruvchanligi yuqori bo'ladi. Bu holda vodorod ionlari konsentratsiyasi qancha katta bo'lsa, cho'kmaning eruvchanligi shuncha yuqori bo'ladi.

Tuz effekti ta'siri. To'la cho'kishga ortiqcha cho'ktiruvchi ishtirokida kompleks birikma, nordon tuzlar hosil bo'lishi yoki amfoterlik ta'sir etadi. Bunday hodisalar hisobiga cho'kmaning eruvchanligi oshadi. Bundan tashqari eritmada ishtirok etuvchi har xil kuchli elektrolitlar tarkibidagi ionlar tekshiriladigan modda ionlarining aktivligini kamaytiradi, natijada cho'kmalarning eruvchanligi oshadi. Bunga *tuz effekti* deyiladi.

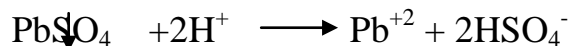
Kompleks hosil bo'lishning to'la cho'kishga ta'siri. Sifat va miqdoriy analizda topishga halaqit beruvchi ionlar kompleksga bog'lab niqoblanadi. Komplekslanuvchi ion analizga halaqit berganda, uni kompleksga bog'lagandan keyin aniqlanishi lozim bo'lgan ion cho'ktiriladi. Bu analizni yengillashtiradi. Lekin ba'zan kompleks hosil bo'lishi cho'ktirilayotgan birikmaning eruvchanligini oshirib yuborishi mumkin. Shuning uchun cho'ktirish sharoiti astoydil tanlanadi.

Cho'ktiruvchini tanlashda hosil bo'luvchi cho'kmaning eruvchanligi hal qiluvchi ahamiyatga ega. Shuning uchun cho'ktiruvchi tanlashda moddalarning EK sidan keng foydalaniladi. EK mumkin qadar kichik bo'lgan cho'kma hosil bo'lishini ta'minlaydigan cho'ktiruvchi tanlanishi kerak.

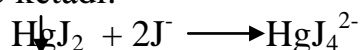
Biror qiyin eriydigan elektrolitning eritmasi uning ionlari konsentratsiyalari ko'paytmasi berilgan haroratda o'zgarimas bo'lgan va eruvchanlik ko'paytmasi (EK) deb ataladigan qiymatidan katta bo'lgandagina cho'kmaga tusha boshlashi sifat analizidan ma'lum.

Qo'shiladigan cho'ktiruvchi miqdori ekvivalent miqdordan, ya'ni reaksiya tenglamasi bo'yicha talab qilinadigan miqdordan kam olinmagandagina har qanday ion to'la cho'kishi mumkin. Cho'kmaning eruvchanlik ko'paytmasi uncha kichik bo'lmasa, ekvivalent miqdorda qo'shilgan cho'ktiruvchi odatda uni amalda to'la cho'ktirolmaydi. EK qoidasiga binoan cho'ktiruvchidan biroz ko'proq qo'shilsa, cho'ktirish ancha to'liq bo'ladi. Haqiqatdan ham PbSO_4 ni cho'ktirish jarayonida ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi- $[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$ ning qiymati doimiy va $\text{EK}(\text{PbSO}_4)$ ga teng bo'lganligi sababli cho'ktiruvchini ortiqcha qo'shish bilan SO_4^{2-} ionlari konsentratsiyasining ortishi eritmada qo'rg'oshin ionlari konsentratsiyasining muvofiq ravishda kamayishiga olib keladi. Ya'ni uning to'laroq cho'kishiga sabab bo'ladi. Shu sababli biror ionni ajratish uchun suvda birmuncha eruvchan birikma hosil qiladigan reaksiya qo'llanilsa, uni cho'ktirish uchun cho'ktiruvchi reaktivdan biroz ortiqcha, ya'ni reaksiya tenglamasida talab

qilinadigan miqdordan ko'proq olinadi. Bundan sulfat kislotani qancha ko'p qo'shsak, qo'rg'oshin ioni shuncha to'laroq cho'kadi, deb o'ylash mumkin bo'ladi. Ammo haqiqatda bunday emas, sulfat kislotani juda ham ortiqcha qo'shsak, u cho'kmaning eruvchanligini kamaytirish u yoqda tursin, balki oshiradi, chunki bunda ionlanish konstantasi $K((H_2SO_4)) = 1,2 \cdot 10^{-2}$ bo'lgan HSO_4^- ioni hosil bo'ladi:



xuddi shunga o'xshash, $Hg^{2+} + 2J^- \longrightarrow HgJ_2$ reaksiyada J^- ni juda ham ortiqcha qo'shsak, HgJ_4^{2-} kompleks ion hosil bo'lishi tufayli cho'kma butunlay erib ketadi:



Shu sababli cho'ktiruvchi miqdori cho'ktiriladigan moddaga nisbatan odatda ko'pi bilan 1,5 barobar ortiq, ba'zida esa undan ham kam ishlatiladi.

Muhokama uchun savollar:

1. Tortma analiz uchun cho'ktiruvchilar tanlashni dalillar bilan isbotlab bera olasizmi?
2. Gravimetrik analizda kalsiyni nima uchun $Na_2C_2O_4$ bilan emas, balki $(NH_4)_2C_2O_4$ ta'sirida cho'ktiriladi? Ag^+ ionini $NaCl$ eritmasi bilan cho'ktirish yaxshimi yoki HCl eritmasi bilan?
3. Ionlarni ichki kompleks tuzlar tarzida cho'ktirib ajratish jarayonining borishiga qanday omillarni o'zgartirish bilan erishish mumkin?

3-savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga metall gidroksidlari, kuchli va kuchsiz kislotalarning yomon eriydigan tuzlarini cho'ktirishga eritmadagi H^+ ionlari konsentratsiyasining ta'siri to'g'risida, kompleks birikmalar hosil bo'lishida niqoblash va uning analitik kimyodagi ahamiyati haqida ma'lumot beriladi.

Identiv o'quv maqsadlari:

- 3.1. Gidroksidlarni cho'ktirishda eritmadagi vodorod ionlarining konsentratsiyasi qanday bo'lishligini tushuntiradi.
- 3.2. Kuchsiz kislotalarning yomon eriydigan tuzlarini cho'ktirishda eritma muhitini konkret misollarda ishlab chiqaradi.
- 3.3. Analitik praktikada keng qo'llaniladigan niqoblashning mohiyatini ochib beradi.
- 3.4. Kuchli kislotalarning yomon eriydigan tuzlarini cho'ktirishda vodorod ionlari konsentratsiyasining ta'sirini izohlaydi.

3-savolning bayoni: To'la cho'kishga ta'sir qiluvchi asosiy omillardan biri H^+ ionlari konsentratsiyasi, ya'ni tekshirilayotgan eritmaning pH qiymatidir. Turli hollarda bu omilning ta'sirini ko'rib chiqamiz.

Metallarning qiyin eriydigan gidroksidlarini cho'ktirish. Bunda OH^- ioni cho'ktiriladigan ion bo'lib hisoblanadi. Ma'lumki, $[H^+][OH^-] = K_{H_2O} = 10^{-14}$.

Biror gidroksidning to'la cho'kishi uchun zarur bo'lgan pH qiymatini gidroksidning EK tenglamasidan hisoblab chiqarish mumkin. Bunday hisoblashni magniy gidroksid misolida ko'rib chiqamiz: $[Mg^{+2}] \cdot [OH^-]^2 = EK_{Mg(OH)_2} = 5 \cdot 10^{-12}$ (1)

$$\text{Bundan } [OH^-] = \sqrt{\frac{EK_{Mg(OH)_2}}{[Mg^{+2}]}} \quad (2)$$

Ma'lumki biror moddaning eritmadagi molyar konsentratsiyasi 10^{-6} ga teng bo'lsa, u modda amalda to'la cho'kkan hisoblanadi.

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{5 \cdot 10^{-12}}{10^{-6}}} = \sqrt{5 \cdot 10^{-6}} = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$pH = -\lg[OH^-] = -\lg 2 \cdot 10^{-3} = 3 - 0,3 = 2,7$$

pH = 14 - pOH = 11,3 shunday qilib, pH = 11,3 bo'lsa, Mg^{+2} ioni gidroksid ko'rinishida amalda to'la cho'kadi. Xuddi shunday hisoblashlarni temir gidroksid uchun bajarsak, pH > 3,5 bo'lganda amalda to'la cho'kishini aniqlaymiz.

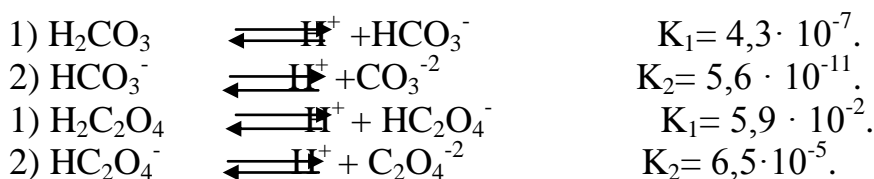
$$[Fe^{+3}] \cdot [OH^-]^3 = 3,8 \cdot 10^{-38}$$

$$[OH^-] = \sqrt[3]{\frac{3,8 \cdot 10^{-38}}{10^{-6}}} = \sqrt[3]{3,8 \cdot 10^{-32}} = \sqrt[3]{3,8 \cdot 10^{-33}} = 1,6 \cdot 10^{-11}$$

$$pOH = -\lg[OH^-] = \lg(1,6 \cdot 10^{-11}) = 11 - 0,2 = 10,8$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 10,8 = 3,2$$

Kuchsiz kislotalarning qiyin eriydigan tuzlarini cho'ktirish. Kuchsiz kislotalarning qiyin eriydigan tuzlariga karbonatlar, oksalatlar, fosfatlar va sulfidlar kiradi. Bularni cho'ktirishda ham eritma pHi muhim ahamiyatga ega, darhaqiqat, bu vaqtda tegishli kuchsiz kislotalarning anionlari CO_3^{2-} , $C_2O_4^{2-}$, PO_4^{3-} , S^{2-} va hokazolar *cho'ktiruvchi ionlar* bo'lib hisoblanadi. Lekin bu anionlar eritmada H^+ ionlari bilan birikib, HCO_3^- , $HC_2O_4^-$, $H_2PO_4^-$, HS^- anionlarini hosil qiladi, demak bu anionlarning konsentratsiyasi eritmada H^+ ionlar konsentratsiyasi oshishi bilan kamayadi, modomiki shunday ekan bunga o'xshash tuzlarning cho'kmaga tushishi yoki ularning qanchalik to'la cho'kishi pH ning qiymatiga bog'liq bo'ladi. Ma'lumki karbonat kislotasi ham ikki bosqichda dissosilanadi:



Ca^{+2} ni karbonat holda ($EK_{\text{CaCO}_3} = 4,8 \cdot 10^{-9}$) va oksalat holda ($EK_{\text{CaC}_2\text{O}_4} = 2,6 \cdot 10^{-9}$) cho'ktirishda eritma muhiti qanday bo'lish kerakligini hisoblaymiz.

1- masala. Cho'ktiruvchining miqdori 1,5 barobar ortiqcha olinsa va eritmaning umumiy hajmi 100 ml bo'lganda, tarkibida 0,005 g-ion/l Ca^{+2} bo'lgan eritmadan Ca^{+2} ionini CaCO_3 tarzida amalda cho'ktirish uchun pH qanday qiymatga ega bo'lishi kerak?

Yechish: Eritmadagi cho'ktiruvchining miqdori 1,5 barobar ortiqcha desak, u holda ammoniy karbonatdan 0,0075 mol kerak bo'ladi. Demak 100 ml eritmadagi cho'ktiruvchining ortiqcha miqdori $0,0075 - 0,005 = 0,0025$ mol. Uning 1 litrida esa $0,025 = 2,5 \cdot 10^{-2}$ g-ion/l ekanligini topish mumkin. Agar karbonat ionlarining hammasi eritmada erkin holda qolganda edi, uning konsentratsiyasi ham shuncha bo'lar edi. Lekin haqiqatda esa uning bir qismi $\text{H}^+ + \text{CO}_3^{-2} = \text{HCO}_3^-$ anionlariga aylanadi, demak eritmadagi CO_3^{-2} va HCO_3^- ionlarining umumiy miqdori (1) $\text{CO}_3^{-2} + \text{HCO}_3^- = 2,5 \cdot 10^{-2}$ g-ion/l ga teng bo'ladi. Ca^{+2} ni amalda to'la cho'ktirish uchun CO_3^{-2} ionlarining konsentratsiyasi quyidagidan kam bo'lmasligi kerak:

$$[\text{CO}_3^{-2}] = EK_{\text{CaCO}_3} / [\text{Ca}^{+2}] = 4,8 \cdot 10^{-9} / 10^{-6} = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ g-ion/l} \quad (2)$$

(1) va (2) tenglamadan $[\text{HCO}_3^-] = 2,5 \cdot 10^{-2} - 4,8 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-2}$ g-ion/l kelib chiqadi. CO_3^{-2} va HCO_3^- ionlarining konsentratsiyalarini bilgan holda H_2CO_3 ning 2-bosqich tenglamasidan H^+ ni topamiz

$$K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{CO}_3^{-2}]}{[\text{HCO}_3^-]} = 5,6 \cdot 10^{-11} \quad \text{bundan}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{5,6 \cdot 10^{-11} \cdot [\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_3^{-2}]} = \frac{5,6 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{4,8 \cdot 10^{-3}} = 2,3 \cdot 10^{-10} \text{ g-ion/l}$$

Demak, $\text{pH} = -\lg(2,3 \cdot 10^{-10}) = -(0,4 - 10) = 9,6$.

Xullas, CaCO_3 amalda to'liq cho'kishi uchun cho'ktirishni ishqoriy muhitda, $\text{pH} = 9,6$ da olib borish kerak.

Kuchli kislotalarning qiyin eriydigan tuzlarini cho'ktirish. Bunday tuzlarga AgCl , AgJ , AgBr va shunga o'xshashlar kiradi hamda kuchli kislotalarning anionlari bilan cho'ktiriladi. HCl , HJ , HBr kuchli kislotalar bo'lganligi va suvdagi eritmalarda to'la dissotsilanganligi uchun ularning anionlari H^+ ionlari bilan bog'lanmaydi. Shuning uchun bu kislotalarning qiyin eriydigan tuzlarining to'la cho'kishi eritmaning pH qiymatiga deyarli bog'liq bo'lmaydi. Faqat kumush xloridgina $\text{AgCl} + \text{HCl} = \text{H}[\text{AgCl}_2]$ reaksiya bo'yicha qisman eriydi.

Kompleks hosil bo'lish jarayonlarining to'la cho'kishga ta'siri. Niqoblash. Ba'zi ionlarni kam dissotsilanuvchi kompleks tarzida bog'lash yo'li bilan ularning cho'kishining oldini olish *niqoblash* deb ataladi. Niqoblash analitik praktikada keng qo'llaniladi. M: Co^{+2} ni kompleks ion $[\text{Co}(\text{CNS})_4]^{-2}$ holda topishga eritmada CNS^- ionlari bilan to'q qizil rangli birikma hosil qiluvchi Fe^{+3} ionlari halaqit beradi. Shuning uchun bunday eritmaga NH_4F yoki NaF qo'shib Fe^{+3} ni

kompleks hosil qilib niqoblanadi. Ni^{+2} ionini dimetil glioksim bilan ishqoriy muhitda cho'ktirilganligi uchun Ni^{+2} ni topishga shu sharoitda $\text{Fe}(\text{OH})_3$ cho'kmasi xalaqit beradi. Bu cho'kma hosil bo'lmasligi uchun reaksiya yetarli miqdorda vino kislotasi ishtirokida olib boriladi. Shuningdek, Ca^{+2} ni aniqlashda ham Fe^{+3} ni vino kislotasi bilan niqoblanadi.

Muhokama uchun savollar:

1. Kuchsiz va kuchli kislota qoldig'idan hosil bo'lgan tuzlarning cho'kmalarini to'liq cho'ktirish uchun pH qiymati qanday bo'lgani ma'qul?
2. Birgalashib cho'kish nimadan iborat? Birgalashib cho'kishni kamaytirish uchun nima qilish kerak?
3. Ionlarni ichki kompleks tuzlar tarzida cho'ktirib ajratish jarayonining borishiga qanday omillarni o'zgartirish bilan erishish mumkin?
4. Eritmaning pH i qanday bo'lganda H_2S ta'sirida temir sulfid to'liq cho'kmaga tushadi?

A) pH = 3,4; B) pH = 4,4; C) pH = 5,4; D) pH = 6,4.

4-savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga amorf va kristall cho'kmalar, ularning hosil bo'lish shart-sharoitlarini, bu cho'kmalarning bir-biridan farqi va afzalligi, fil'trlanish tezligi hamda boshqa ionlarni o'ziga adsorbilashi haqida ma'lumot beriladi

Identiv o'quv maqsadlari:

- 4.1. Amorf cho'kmalarning xossalarini, ularning o'ziga boshqa ionlarni adsorbilashini, sekin fil'trlanish sabablarini izohlab beradi.
- 4.2. Suvda yomon eriydigan birikmalarning qaysilari amorf cho'kmalar, qaysilari kristall cho'kmalar hosil qilishga moyilligini tushuntiradi.
- 4.3. Amorf va kristall cho'kmalarning hosil bo'lish sharoitlarini tavsiflaydi.
- 4.4. Cho'kish jarayonida kolloid eritmalar va kompleks birikmalar hosil bo'lish ehtimolligi va ularning oldini olish yo'llarini yoritib beradi.

4-savolning bayoni: Sifat analizidayoq cho'ktirish vaqtida ma'lum sharoitlar yaratishga to'g'ri kelishini bilasiz. Masalan, III guruh kationlarini ammoniy tuzi ishtirokida ammoniy sulfid bilan cho'ktiriladi va sulfidlarning kolloid eritmasi hosil bo'lmasligi uchun cho'ktirish jarayoni qizdirish bilan olib boriladi. Xuddi shuningdek, Ba^{+2} ionlarini $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ta'sirida Sr^{+2} va Ca^{+2} ionlaridan ajratishda qaynoq eritmaga cho'ktiruvchini tomchilatib qo'shish yo'li bilan cho'ktirishga to'g'ri keladi. Aks holda hosil qilingan BaCrO_4 kristallari ba'zan shunchalik mayda bo'ladi, hatto filtrning teshikchalaridan ham o'tib ketadi.

Cho'kma hosil bo'lishida ionlardan juda ko'p miqdori bir vaqtning o'zida va tegishli nisbatda to'qnashishi hamda fazoda tegishli joyda joylashishi kerak. Albatta dastlabki paytda cho'kmaga ionlardan iborat bo'lgan yirik kristallar tushmaydi, balki kolloid sistemalarga xos bo'lgan 1-100 nm o'lchamli nihoyatda mayda *boshlang'ich kristallar*, ya'ni zarrachalar hosil bo'ladi, ular cho'kmaga tushmaydi. Ularning cho'kmaga tushishi uchun zarrachalar yiriklashish kerak.

Cho'ktirilayotgan birikmalarning o'ziga xos xususiyatlari va eruvchanligiga qarab boshlang'ich zarrachalarining yiriklashish jarayoni 2 xil yo'l bilan borishi mumkin. Shunga muvofiq ravishda *kristall* yoki *amorfo cho'kmalar* hosil bo'ladi. Kristall cho'kmalarning hosil bo'lishida qo'shilayotgan cho'ktiruvchining har bir qismi darhol boshlang'ich kristallarni hosil qilmaydi va cho'ktirilayotgan modda ma'lum bir vaqtda o'ta to'yingan eritmada qoladi. Cho'ktiruvchini asta-sekin qo'shib borilganda cho'ktirilayotgan modda asosan o'ta to'yingan eritmadan, avval hosil bo'lgan boshlang'ich kristallar yuzasida ajralib, bu kristallar sekin-asta kattalasha boradi va nihoyat boshlang'ich kristallarga nisbatan yirikroq kristallardan iborat kristall cho'kma hosil bo'ladi. Cho'kmaning eruvchanligi uncha kam bo'lmagan vaqtda va ayniqsa isitish yoki biror reaktiv bilan uning eruvchanligini oshirish choralari ko'rilgan hollarda cho'kish ana shu tarzda boradi.

Amorfo cho'kmalarning hosil bo'lish jarayoni boshqacha bo'ladi. Bu vaqtda cho'ktiruvchining har bir qismini qo'shish, suyuqlik ichida juda ko'p miqdorda mayda boshlang'ich kristallarning hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Bu mayda zarrachalar ularning sirtiga keyingi hosil bo'lgan mayda kristallar o'rnashishi natijasida kattalashmasdan, o'zaro birikib, yirik agregatlar hosil qilishi natijasida kattalashadi va og'irlik kuchi ta'sirida idish tubiga cho'kadi. Bu holda dastlab hosil bo'lgan kolloid eritma koagulyatsiyaga uchraydi. Bu usulda hosil bo'lgan amorfo cho'kmalarning umumiy sathi juda katta bo'ladi va shuning uchun ular eritmadagi har-xil bekorchi moddalarni o'ziga kristall cho'kmalarga nisbatan ancha ko'proq adsorbilaydi. Juda kam eriydigan moddalar, ayniqsa osonlik bilan amorfo cho'kmalar hosil qiladi. Masalan, metallarning sulfidlari va gidrooksidlari, silikat kislota va boshqalar. Ularning eruvchanligi juda kam bo'lganligi sababli cho'ktiruvchidan oz miqdorda qo'shilganda ham EK qiymati nihoyatda ortib ketadi va natijada tezda juda ko'p miqdorda boshlang'ich kristallar hosil bo'ladi. Amorfo va kristall cho'kmalarning hosil bo'lish optimal sharoitlari har-xil bo'ladi.

Kristall cho'kmalarning hosil bo'lish shart-sharoitlari.

Yuqorida aytib o'tilganidek, ko'pchilik kristall cho'kmalar ba'zan shunchalik mayda bo'ladiki, ularning zarralari filtrning teshiklaridan o'tib ketadi va filtrat loyqa bo'lib qoladi. Ko'pincha bir filtrning o'zidan bir necha marta qayta filtrlanganda ham bu loyqani yo'qotib bo'lmaydi. Cho'kmaning filtrdan o'tib ketmasligi va natijada uning miqdori kamaymasligi uchun cho'kma yirik kristallar tarzida tushadigan sharoit yaratish kerak. Cho'ktirishni shunday olib borish kerakki, eritma doimo cho'ktirilayotgan birikmaga mumkin qadar kamroq o'ta to'yingan bo'lsin, ya'ni uning eruvchanlik ko'paytmasi juda ham ortib ketmasin. Cho'ktirish vaqtida eritma mumkin qadar kamroq o'ta to'yingan bo'lishi uchun avvalo:

1. Cho'ktirishni yetarli darajada suyultirilgan eritmadan cho'ktiruvchining ham suyultirilgan eritmasini qo'shish bilan olib borish kerak.
2. Cho'ktiruvchini juda sekin tomchilatib qo'shish kerak.
3. Cho'ktiruvchi qo'shilganda eritmaning cho'ktiruvchi qo'shilgan qismi o'ta to'yinib ketmasligi uchun eritmani doimo shisha tayoqcha bilan aralashtirib turish kerak.

4. Harorat ko'tarilishi bilan ko'pchilik cho'kmalarning eruvchanligi ortishi sababli qaynoq eritmadan cho'ktiruvchining qaynoq eritmasi bilan cho'ktirish kerak.

5. Cho'ktirilayotgan vaqtda eritmaga cho'kmaning eruvchanligini oshiruvchi moddalar qo'shish darkor. Masalan, BaSO_4 ni cho'ktirishda HNO_3 qo'shiladi. U eritmada HSO_4^- ionlari hosil qilishi natijasida cho'kmaning eruvchanligini oshiradi. Cho'kish oxirida cho'ktiruvchidan biroz ortiqroq qo'shib BaSO_4 ning eruvchanligi yana kamaytiriladi.

Ko'pincha o'ta to'yingan eritmadan kristall cho'kmalar birdaniga emas, balki ancha vaqt (20-24 soat) o'tgandan keyin to'la ajraladi. Shuning uchun ko'pchilik hollarda cho'ktiruvchi qo'shilgandan so'ng tushgan cho'kmani bir necha soat qo'yib qo'yiladi. Bunda cho'kma yetiladi, ya'ni ularning zarrachalari yiriklashadi. Cho'kma yetilgandan keyin u filtdan yaxshi ajralishi bilan birga ancha toza ham bo'ladi.

Amorf cho'kmalarning hosil bo'lish shart-sharoitlari.

Amorf cho'kmalarni cho'ktirishda avvalo shuni hisobga olish kerakki, ular dastlab hosil bo'lgan kolloid eritmaning koagullanishi natijasida hosil bo'ladi va yana eritmaga o'tib ketishi mumkin. Demak, kolloid eritmalarning koagullanishiga imkon beruvchi sharoit yaratish kerak. Ma'lumki, kolloid zarrachalarining bir-biri bilan birikishiga to'sqinlik qiluvchi omillardan biri ularda bir xil elektr zaryadining bo'lishi va zaryadlar orasida elektrostatik itarilish kuchlari ta'sir etishidadir. Bu zaryadlar eritmadagi ionlarning zarrachalariga adsorbilanishi natijasida paydo bo'ladi va qarama-qarshi ishorali ionlarning adsorbilanishi natijasida neytrallanishi mumkin. Shu sababli adsorbilangan ionlarning bir qismi cho'kmaning sirtidan yana eritmaga o'tib ketadi.

Kristall cho'kmalardan farqli o'laroq amorf cho'kmalar cho'ktirib bo'lingach qo'yib qo'yilmaydi, balki ularni shu ondayoq filtrga o'tkaziladi. Bunda cho'kmani eritma ichida uzoq vaqt qo'yib qo'yish maqsadga muvofiq emas, chunki cho'kma shunchalik zichlashib qolishi mumkinki, uni yuvish juda qiyin bo'lib qoladi. Ko'pincha amorf cho'kmalar ishqor ta'sirida cho'ktiriladi. Ishqorlar shishaga ta'sir etadi va cho'kma uzoq turib qolishi natijasida shishadan ajralib chiqqan va qizdirilgan vaqtda uchib ketmaydigan qo'shimchalar bilan ifloslanib qoladi. Shunday qilib kristall va amorf cho'kmalarni cho'ktirishga imkon beradigan sharoitlar bir-biriga teskaridir.

Kolloid sistemalarning hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaslik uchun amorf cho'kmalarni qaynoq eritmadan biror qulay elektrolit koagulyator ishtirokida cho'ktirish kerak, elektrolit koagulyator sifatida, odatda ammoniyning har-xil tuzlari yoki kislotalar ishlatiladi. Amorf cho'kmalarning xususiyatlari, chunonchi ular zichligining katta yoki kichikligi va shunga bog'liq holda sirt o'lchamlarining katta-kichikligi hamda cho'kish tezligi cho'ktirish vaqtidagi eritmaning konsentratsiyasiga bog'liqdir. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, agar $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ kabilar suyultirilgan eritmalardan cho'ktirilsa, g'ovak, katta hajmli cho'kma hosil bo'lib idish tubiga juda sekin cho'kadi va sirti katta bo'lgani begona qo'shimchalarni kuchli darajada adsorbilaydi. Aksincha, bunday cho'kmalar konsentrlangan eritmalarda cho'ktirilsa, ancha zich, kichik hajmli cho'kma hosil

bo'lib, tezroq va begona qo'shimchalardan osonlik bilan tozalanadi. Shuning uchun N.A.Tananayevning taklifiga binoan, bunday cho'kmalarni konsentrlangan eritmalardan cho'ktiruvchining konsentrlangan eritmasi ta'sirida cho'ktiriladi. Bunda cho'ktiruvchini tezroq qo'shish mumkin. Ammo shuni hisobga olish kerakki, cho'kmaning umumiy sirti kichrayishi natijasida adsorbsion kamayishi bilan birga eritmada adsorbsionuvchi ionlar konsentratsiyasining ortishi bilan adsorbsion yanada ortib ketishi mumkin. Buning oldini olish uchun cho'ktirib bo'lingan zahoti cho'kma ustidagi eritmaga qaynoq suv quyiladi. Bunda adsorbsion muvozanat buziladi.

Cho'kma sirtiga yutilgan begona qo'shimcha, cho'kmaga shimilgan boshqa eritmalarni yo'qotish uchun ular yuviladi. Bunda ularni qanday suyuqlik bilan yuvish katta ahamiyatga ega. Cho'kmalar quyidagi 4 usulda yuviladi:

1. *Cho'ktiruvchining suyultirilgan eritmasi bilan yuvish.*

2. *Elektrolit eritmasi bilan yuvish.* Ko'pchilik cho'kmalarni toza suv bilan yuvishda cho'kma peptizatsiyaga uchraydi, ya'ni u kolloid eritma holiga o'tadi. Natijada cho'kmaning bir qismi filtdan o'tib ketadi. Demak, cho'kmani toza suv bilan emas, balki biror elektrolitning suyuq eritmasi bilan yuviladi.

3. *Cho'kmaning gidrolizlanishiga yo'l qo'yilmaydigan moddalar bilan yuvish.* Ba'zan toza suv bilan yuvilganda cho'kmalar gidrolizga uchraydi va buning natijasida cho'kmaning eruvchanligi ortadi.

4. *Distillangan suv bilan yuvish.*

Muhokama uchun savollar:

1. Amorf va kristall cho'kmalarning gravimetriyadagi o'rnini yoritib bera olasizmi?
2. Cho'kmani yuvish uchun ishlatiladigan suyuqlik nimaga asoslanib tanlanadi va uning miqdori qanday bo'lishi kerak?
3. Cho'kmalarni yuvishda cho'kmaning bir qismi erib yo'qolmasligi uchun yuvuvchi vosita sifatida qanday eritmalarni tavsiya etgan bo'lar edingiz?
4. Qachon cho'kmaga adsorbsionlangan boshqa kationlar yaxshi yuvilmaganligi sababli cho'kmaning og'irligi ortiqcha chiqadi?

2- mavzu bo'yicha mustaqil ish topshiriqlari.

Tortma analizning mohiyati. Cho'kmalarga qo'yiladigan talablar

2.1. Tortma (gravimetrik) analizning mohiyati. Tortma analizning qanday usullari mavjud va ular nimalarga asoslangan?

A) Ajratish;

B) haydash;

C) cho'ktirish usullari.

2.2. Eruvchanlik ko'paytmasi qoidasiga asosan: a) cho'kmaning hosil bo'lishi va b) cho'kmalarning erish sharoitlarini tavsiflab bering.

2.3. Cho'kmalar hosil bo'lishida qanday omillar ta'sir etadi?

a) cho'ktirish tezligi;

b) konsentratsiya;

- c) aralashtirish;
 - d) harorat;
 - e) eritma muhiti-pH;
 - f) tuz effekti;
 - j) kompleks hosil bo'lishi;
 - z) cho'ktiruvchi tanlash va uning miqdori.
- 2.4. Cho'kmalarni to'liq cho'ktirish uchun pH ta'sirini yomon eriydigan tuzlar, gidroksidlar misolida yoriting.
- 2.5. Cho'kmalarni filtrlash va yuvish. Quritish va qizdirish.
- 2.6. Tortma analizda filtr qog'oz, yuvadigan suyuqlik va cho'ktiruvchi tanlashning mohiyati nimaga asoslangan?
- 2.7. Cho'kmalarning hosil bo'lish sharoitlarini qiyosiy tavsiflang.
- 2.8. Tortma analizda natijalarni hisoblash. Qayta hisoblash omili.

Asosiy xulosalar: 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.

Gravimetrik analiz asosida modda tarkibiga kiruvchi elementlar massalari nisbatlari doimo bir xilligini ifodalovchi tarkibning doimiylik qonuni va reaksiyada ishtirok etuvchi elementlar massalarining bir-biriga nisbati o'zgarmasligini ifodalovchi ekvivalentlar qonuni yotadi. 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 metalning massasini tortishga asoslangan.

Gravimetrik analiz nisbatan aniq metod, lekin uning qo'llanilishi chegaralangan, chunki amalda erimaydigan anorganik moddalarning soni ko'p emas. Cho'ktiriluvchi sifatida organik moddalarning qo'llanila boshlanishi bu eski metodning foydalanish ko'lamini ancha kengaytirdi.

Kerakli adabiyotlar:

1. Alekseyev V.N. «Miqdoriy analiz». T., «O'qituvchi», 1975-yil. 70-79, 90-115, 141-betlar.
2. Mirkomilova M. «Analitik kimyo». T., «O'zbekiston», 2002-yil. 156-169-betlar.
3. Rasulov K.R. «Analitik kimyo». T., G'.G'ulom nomidagi NMIU, 2004-yil, 351-364-betlar.
4. Fayzullayev O. «Analitik kimyo». S., SamDU nashri, 2000-yil. 159-167-betlar.

3-mavzu: Hajmiy analiz va uning metodlari. Titrlangan eritmalar tayyorlash.

Ajratilgan soat-2 soat.

Asosiy savollar:

1. Hajmiy analizning mohiyati va usullari.
2. Eritmalar tayyorlash. Titrimetrik analiz natijalarini hisoblash.

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar:

Titrimetrik analiz, protolitometriya, kompleksonometriya, redoksimetriya, cho'ktirish, titr, titrlash, pipetka, byuretk. Standart, ish, tayyorlangan va titrlangan eritmalar, titrant, birlamchi va ikkilamchi standartlar, fiksanallar.

Mavzuga oid muammolar:

1. Kislota-asosli titrlash usulida aniqlovchi sifatida qanday moddalar ishlatiladi? Ular qanday talablarni qanoatlantirishi kerak? Hajmiy analizda indikatorlar o'rniga boshqa qanday aniqlovchilarni tavsiya eta olasiz?
2. Hajmiy analizda *tuzatish koeffitsiyenti* tushunchasi mavjud. Uning tortma analizdagi *qayta hisoblash omili* bilan bog'liqligi bormi yoki yo'qmi?
3. Titrlashda titrlash ko'rsatkichi (pT) moddalar eritmasini aralashtirish tartibiga bog'liq yoki bog'liq emas, degan fikrni qanday izohlaysiz?

1-asosiy savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga hajmiy analizning mohiyati, uning usullari yoritib beriladi; titr, titrlash, ekvivalent va oxirgi nuqta tushunchalariga tavsif berilib, ularning qay vaqtda yuzaga kelishini tushuntiriladi.

Identiv o'quv maqsadlari :

- 1.1. Titrimetrik analizning gravimetrik analizdan farqini va uning mohiyatini izohlaydi.
- 1.2. Titrlashning mohiyati va uning turlarini yoritib bera oladi.
- 1.3. Ekvivalent nuqtani va u qachon paydo bo'lishini tushuntiradi.

1-asosiy savolning bayoni: *Titrimetrik analiz* berilgan aniqlanuvchi modda bilan bo'lgan reaksiyaga sarflangan reagentning hajmini o'lchashga asoslangan usuldir. Titrimetrik analizda *titr* tushunchasiga duch kelamiz. *Titr*-1 ml eritmadagi erigan moddaning grammlar soni: $T = m/V$ bo'lib, titrlash so'zi titr so'zidan olingan. Tor ma'noda, titri ma'lum eritma yordamida titri noma'lum eritmaning titrini aniqlash amaliga *titrlash* deyiladi. Keng ma'noda, titrlashga faqat modda miqdorini aniqlash emas, balki uning fizik-kimyoviy kattaliklarini aniqlash ham kiradi. Titrlashning mohiyati quyidagidan iborat: aniqlanuvchi A modda eritmasiga konsentratsiyasi juda aniq bo'lgan B reaktivdan oz-ozdan qo'shib boriladi. Titrlash A va B moddalarning ekvimolyar miqdorlarigacha davom ettiriladi. Aniq konsentratsiyali B reagent *standart eritma* deyiladi. Aniqlanuvchi modda miqdoriga titrantning miqdori ekvivalent bo'lganda titrlash to'xtatiladi, shu paytga to'g'ri keladigan nuqta *ekvivalentlik nuqtasi* deb ataladi. Ekvivalentlik nuqtasi turli usullar yordamida aniqlanadi. Agar ekvivalentlik nuqtasi indikator rangining o'zgarishi yordamida aniqlansa, bu vaqtdagi titrlashni to'xtatish nuqtasiga titrlashning *oxirgi nuqtasi* deb aytiladi. Ekvivalentlik nuqtasida aniqlanuvchi A modda ham, titrant B

ham nazariy jihatdan erkin holda bo'lmaydi. Biroq, titrimetrik analizda ishlatiladigan reaksiyalar ham ma'lum darajada qaytar bo'ladi. Binobarin, ta'sirlashuvchi moddalar ekvivalentlik nuqtasida ham amalda oxirigacha ta'sirlashmaydi. Shu bois ekvivalentlik nuqtasi titrlashning oxirgi nuqtasiga ko'pincha mos kelmaydi. Indikatorlar rangining o'zgarishi ham ekvivalentlik nuqtasiga aniq to'g'ri kelmaydi. Shularning hammasi ekvivalentlik nuqtasiga titrlashning oxirgi nuqtasi mos kelmasligini ko'rsatadi.

Titrimetrik analiz usullari. Titrlash usullari qo'llaniladigan reaksiyalar, titrlash amalini bajarish tartibi, titrlash uchun namuna olish turlari bo'yicha qator usullarga bo'linadi. Titrimetrik analiz qo'llaniladigan reaksiyalarning turlari bo'yicha: 1) Kislota-asosli titrlash, protolitometriya; 2) oksredmetriya: oksidimetriya, redoksmetriya, reduktometriya (oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari); 3) cho'ktirish usullari; 4) kompleksometriya (kompleks hosil bo'lish) usullariga bo'linadi. Titrimetrik analizda qo'llaniladigan reaksiyalarga quyidagi talablar qo'yiladi: 1) reaksiyaga kirishuvchi moddalar qat'iy stexiometriya nisbatlarda ta'sirlashishlari kerak; 2) reaksiya tez va oxirigacha borishi kerak; 3) aniqlanuvchi modda tarkibida begona moddalar titrlashga halaqit bermasligi kerak; 4) ekvivalentlik nuqtasi u yoki bu usul yordamida aniq topilishi kerak; 5) reaksiyalar miqdori bo'yicha uy haroratida o'tishi kerak; 6) titrlash davomida raqobat reaksiyalari sodir bo'lmasligi kerak.

Ekvivalentlik nuqtasini indikatorlar, rangli eritmalar rangining o'zgarishi (vizual usullar) va turli (instrumental usullar) yordamida aniqlanadi. Quyida ekvivalentlik nuqtasini aniqlash usullari sanab o'tilgan:

1. *Vizual* (ko'z bilan kuzatish) usullari (indikatorli va indikatorsiz);
2. *Konduktometriya*-elektr o'tkazuvchanlikning o'zgarishi;
3. *Potensiometriya*-elektrod potensialining o'zgarishi;
4. *Amperometriya*- diffuzion tokning o'zgarishi;
5. *Fotometriya*- optik zichlikning o'zgarishi;
6. *Radiometriya*-radioaktivlikning o'zgarishi va boshqalar.

Titrimetrik analiz bajarish tartibiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi: bevosita, teskari, bilvosita va reversiv. *Bevosita titrlash*da aniqlanuvchi A moddaning eritmasi B reagent eritmasi bilan titrlanadi. *Teskari titrlash*da aniqlanuvchi A moddaning ma'lum hajmli eritmasiga aniq konsentratsiyali B reagent eritmasidan mo'l miqdor qo'shiladi va uning ortiqcha miqdori boshqa biror A' titrant bilan titrlanadi. Shu asosda aniqlanuvchi moddaning miqdori topiladi. Masalan: HCl ni aniqlash uchun unga kumush nitratdan mo'l miqdor qo'shiladi va kumush nitratning qolgan qismi NH_4SCN bilan titrlanadi. *Bilvosita titrlash*ning bir necha ko'rinishlari mavjud. Hosil bo'lgan C moddani titrlashda aniqlanuvchi A modda eritmasiga biror B reagent qo'shiladi, natijada yangi C' modda hosil bo'ladi. Ana shu hosil bo'lgan C' moddani asosiy titrant bilan titrlab, aniqlanuvchi moddaning miqdori baholanadi. *Reversiv titrlash*da aniqlanuvchi A moddaning eritmasi bilan standart B modda eritmasi titrlanadi. Masalan: HCl ning eritmasi bilan aniq konsentratsiyali $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ eritmasini titrlab HCl ning titri aniqlanadi. Reversiv titrlash bilan teskari titrlash tushunchalarini aralashtirmaslik kerak.

Titrimetrik analiz titrlash uchun namuna olish tartibiga ko'ra *pipetkalash va ayrim namunalar usullariga* bo'linadi. *Pipetkalash usuli* saqlanganda o'z titrini

o'zgartirmaydigan, barqaror moddalarning eritmalaridan namunalar olish uchun ishlatiladi. Bunda namuna ma'lum hajmli pipetka yordamida olinadi. Olingan bu namuna *aliquot qism* deb yuritiladi. *Ayrim namunalar usuli* yengil uchuvchan, tez parchalanadigan, beqaror moddalardan namuna olish uchun ishlatiladi. Bu usulda namuna olish uchun maxsus shisha pufaklardan foydalaniladi. Namuna olishdan oldin pufakning massasi o'lchanadi, uning massasi shpirts yordamida namuna kiritilgandan va pufakning og'zi kavsharlangandan keyin o'lchanadi. Massalar farqi bo'yicha namunaning massasi aniqlanadi. Bu usulda pufaklarsiz ham namuna olish mumkin. Namuna olish tekshiriladigan moddaning xususiyatlariga bog'liq.

Muhokama uchun savollar:

1. Titr, normallik, gramm-ekvivalent deganda nima tushuniladi? Misol keltiring.
3. Ekvivalentlik nuqtasi va neytral nuqta deganda nima tushuniladi? Qanday hollarda ekvivalentlik nuqtasida pH ning qiymati 7 dan katta va 7 dan kichik bo'lishi mumkin?
3. Titri 0,01268 bo'lgan yod eritmasida necha gramm yod bor?

2-savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga standart va ishchi eritmalar tayyorlash; eritmalar tayyorlash texnikasi hamda hajmiy analiz natijalarini hisoblash haqida ma'lumot beradi.

Identiv o'quv maqsadlari:

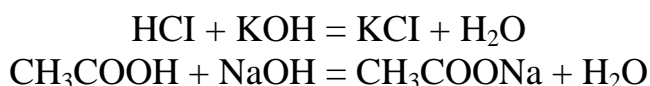
- 2.1. Hajmiy analizda ishlatiladigan eritmalarini tavsiflaydi.
- 2.2. Eritmalar konsentratsiyalari va uni ifodalash usullarini yoritib beradi hamda misollar asosida tushuntiradi.
- 2.3. Standart va ishchi eritmalar tayyorlash tartibini tushuntira oladi.
- 2.4. Hajmiy analiz natijalarini hisoblash yo'llarini o'zlashtirib, misollar bilan yoritib beradi.

2-savolning bayoni: Standart eritmalar tayyorlash. Titrimetrik analizda asosiy eritma sifatida *titrlangan yoki standart eritmalar* ishlatiladi. Bunday eritmaga *ish eritmasi* deb aytiladi. Standart eritmalar: *birlamchi standartlar, ikkilamchi standartlar va fiksanallardan* tayyorlanadi. *Birlamchi standartlar* deb kristall tuzilishga ega bo'lgan, muayyan kimyoviy formulaga javob beradigan; kimyoviy tarkibi formulasiga mos keladigan; tarkibida begona moddalar bo'lmagan; agar begona moddalari bo'lsa, uni begona moddalardan tozalashning yengil usuli bo'lgan; gigroskopik bo'lmagan, lekin tanlangan erituvchida yaxshi eriydigan; saqlaganda o'z titrini o'zgartirmaydigan, barqaror: ekvivalentining molyar massasi imkoni boricha katta bo'lgan moddalarga aytiladi.

Ma'lumki, 1 litr eritmada necha gramm-ekvivalent erigan modda borligini ko'rsatadigan son normallik deb ataladi. Moddalar doimo bir-biri bilan ekvivalent miqdorda 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 o'shancha, 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.

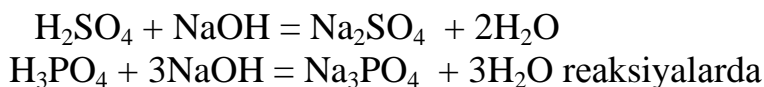
Moddaning ayni reaksiyada 1 gramm-atom (yoki gramm-ion) vodorodga kimyoviy jihatdan teng (ekvivalent) keladigan va grammlarda ifodalangan miqdori shu moddaning gramm-ekvivalenti deb ataladi. Gramm-ekvivalentni topish uchun reaksiya tenglamasi yoziladi va moddaning bir gramm-atom yoki bir gramm-ion vodorodga to'g'ri keladigan miqdori hisoblab chiqiladi. Masalan:



tenglamada g-ekv HCl ning bir gramm molekulasi (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:

$$1 \text{ g-ekv HCl} = 1 \text{ mol yoki } 36,5 \text{ g HCl}$$

Shunga o'xshash:

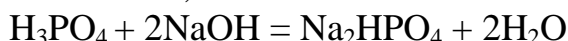


H_2SO_4 va H_3PO_4 ning bir gramm-molekulalari vodorodning ikki (H_2SO_4) va uch (H_3PO_4) gramm-ioniga to'g'ri keladi. Demak,

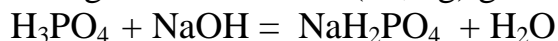
$$1 \text{ g-ekv } \text{H}_2\text{SO}_4 = 1/2 \text{ mol yoki } 49,0 \text{ g.}$$

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

Ma'lumki, ikki va ko'p negizli kislotalarning molekullari reaksiyalarda ion holiga o'ta oladigan vodorod atomlarining hammasi bilan emas, ularning bir qismi bilan qatnashadi. Binobarin, ularning gramm-ekvivalentlari ham bu holda boshqacha bo'lishi kerak. Masalan,



reaksiyada H_3PO_4 ning har bir molekulasi faqat 2 ta vodorod ioni bergani uchun uning gramm-ekvivalenti $1/2$ gramm-molekula (49,0 g) ga teng. Shunga o'xshash



reaksiyada H_3PO_4 ning gramm-ekvivalenti uning gramm-molekulasi (98,0 g) ga teng.

Shunday qilib, gramm-ekvivalent gramm-molekuladan farqli ravishda, doimiy son bo'lmasdan, modda qatnashayotgan reaksiyaga qarab o'zgarib turadi. Shuning uchun gramm-ekvivalentning yuqorida keltirilgan ta'rifidagi *ayni reaksiyada* degan so'zga alohida e'tibor berish kerak.

Modda ekvivalentining molyar massasi qancha katta bo'lsa, tortish xatosi shuncha kichik bo'ladi va ish eritmasining titri shuncha aniq bo'ladi. Ish eritmaları birlamchi standartning aniq namunasiidan:

$$T = m/V, \text{ g/ml, tayyorlangan titr:}$$

yoki ikkilamchi standartlardan

$$A) N_2 = N_1 V_1 / V_2 ;$$

$$B) T = N \cdot E / 1000 ;$$

$$C) m = TV = \frac{NEV}{1000}$$

2) *Aniqlanuvchi moddaning miqdorini reaktivning standart (titrlangan) eritmasi titri orqali hisoblash.*

Masalan, H_2SO_4 ning V_1 millilitrini titrlashga titri T bo'lgan $NaOH$ eritmasidan V_2 ml sarflangan. Bunda dastlab $NaOH$ ning umumiy miqdori topiladi:

$$m_{NaOH} = T_{NaOH} \cdot V_{NaOH}$$

Undan so'ng kislota massasi va titri topiladi:

$$m_{kис} = \frac{E_{kис} \cdot m_{NaOH}}{E_{NaOH}} ; \quad T_{kис} = \frac{m_{kис}}{V_{NaOH}}$$

Titri topgandan so'ng, uni eritmaning umumiy hajmiga ko'paytirib, H_2SO_4 ning umumiy miqdorini hisoblash mumkin.

3) *Aniqlanuvchi modda miqdorini aniqlanayotgan modda bo'yicha olinadigan titr bilan hisoblash.* Aniqlanayotgan modda bo'yicha olinadigan titr grammlar bilan ifodalanadi, uning miqdori 1 ml standart eritmadagi modda miqdoriga ekvivalent bo'ladi:

$$T_{B/A} = \frac{T_B E_A}{E_B} \quad \text{yoki} \quad T_{B/A} = \frac{C_{NB} E_A}{1000}$$

bu yerda E_B -standart modda ekvivalentining molyar massasi; $T_{B/A}$ -modda standart eritmasining 1 ml ga aniqlanuvchi moddaning necha grammi to'g'ri kelishini ko'rsatadi. E_A -aniqlanuvchi modda ekvivalentining molyar massasi, T_B -standart moddaning titri, $T_{B/A}$ -aniqlanayotgan modda bo'yicha olingan titr. $T_{B/A}$ qiymat asosida moddaning massasi topiladi: $m_A = T_{B/A} V_B$

4) *Aniqlanuvchi modda miqdorini tuzatish koeffitsiyenti yordamida hisoblash.* Tuzatish koeffitsiyenti- K_B berilgan standart eritmaning haqiqiy normalligi yoki titri uning nazariy normalligi yoki titridan necha marta katta yoki kichikligini ko'rsatadi:

$$K_B = \frac{N_{amal} \cdot T_{amal}}{N_{naz} \cdot T_{naz}}$$

Tuzatish koeffitsiyenti kattaligini bila turib, aniqlanuvchi moddaning nazariy normalligini yoki titrdan foydalanib, uning umumiy miqdorini topish mumkin. Chunki nazariy normallik yoki titrning tuzatish koeffitsiyentiga ko'paytmasi eritmaning haqiqiy normalligi yoki titriga teng:

$$K_B N_{\text{naz}} = N_{\text{amal}} : \quad T_{\text{naz}} K_B = T_{\text{amal}}$$

N_{amal} yoki T_{amal} ni bila turib, m ni aniqlash mumkin:

$$m = \frac{N_{\text{amal}} E V_k}{1000} = T_{\text{amal}} V_k$$

5) *Teskari titrlash usuli yordamida hisoblash.* Aniqlanuvchi moddaning miqdorini aniqlashda hisoblashlar yuqoridagilardan birmuncha farq qiladi. Hisoblash 2 ta usul bo'yicha bajariladi.

Zarur hollarda boshqa hisoblash usullaridan ham foydalaniladi.

Muhokama uchun savollar:

1. Standart ishchi HCl yoki NaOH eritmasining xususiyatlarini aniqlash uchun ushbu reaktivlar- $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, NaCl va ZnSO_4 dan qaysi biri ko'proq ishlatiladi?
2. Tayyorlangan va aniqlangan titr, aniqlanuvchi modda bo'yicha titr tushunchalarining mohiyati nimada? Ularning formulalarini keltiring.
4. Titrlash natijalarini hisoblashning asosiy usullarini keltiring? Natijalar bir-biridan qanday farq qiladi?
5. Aniqlanayotgan modda bo'yicha titr deganda nimani tushunish kerak? Bu ifoda qaysi vaqtlarda qo'l keladi.
6. Hajmiy analizda qo'llaniladigan sig'im birliklarini aniq ta'riflab bering.

3- mavzu bo'yicha mustaqil ish topshiriqlari.

Hajmiy analiz va uning metodlari. Titrlangan eritmalar tayyorlash.

3.1. Hajmiy (titrimetrik) analizning mohiyati. Hajmiy analizning qanday usullari mavjud va ular nimalarga asoslangan?

- A) Ajratish;
- B) haydash;
- C) cho'ktirish usullari.

3.2. Titrlashning ekvivalentlik va oxirgi nuqtaning bir-biridan farqini tushuntiring. Ekvivalentlik nuqtasini aniqlash usullari va sharoitlarini tavsiflab bering.

- a) vizual usullar;
- b) konduktometriya;
- v) potensimetriya;
- g) amperometriya;
- d) fotometriya;
- e) radiometriya.

3.3. Titrimetrik analizning bajarilish tartibini misollar yordamida izohlang:

- a) bevosita titrlash;
- b) bilvosita titrlash;
- v) teskari titrlash;

g) reversiv titrlash.

3.4. Titrimetrik analizda eritmalarni tayyorlash usullari va texnikasini bayon qiling.

3.5. Birlamchi va ikkilamchi standartlarga qo'yiladigan talablar, ulardan standart eritmalar tayyorlashning mohiyati nimaga asoslangan?

3.6. Hajmiy analizda natijalarni hisoblash;

a) Aniqlanuvchi modda miqdorini reaktivning standart (titrlangan) eritmasi normalligi orqali hisoblash:

b) Aniqlanuvchi moddaning miqdorini reaktivning standart (titrlangan) eritmasi titri orqali hisoblash:

v) Aniqlanuvchi modda miqdorini aniqlanayotgan modda bo'yicha olinadigan titr bilan hisoblash:

g) Aniqlanuvchi modda miqdorini tuzatish koeffitsiyenti yordamida hisoblash:

d) Teskari titrlash usuli yordamida hisoblash.

Asosiy xulosalar: Hajmiy, ya'ni titrimetrik analizda reaksiyaga kirishayotgan moddalarning aniq hajmi o'lchanadi va ulardan birining ma'lum konsentratsiyasi asosida ikkinchisining noma'lum konsentratsiyasi aniqlanadi.

Hajmiy analizning asosiy afzalligi aniqlashlarning tez bajarilishi, ya'ni reaktivning aniq konsentratsiyali standart ishchi eritmasi yoki titrlangan eritmasi bilan reaksiyaga sarflangan hajmi aniq o'lchanadi.

Titrimetrik metodning aniqligi gravimetrik metodning aniqlik darajasidan kamroq bo'lishiga qaramay, uning aniqlik darajasi texnik maqsadlar, shuningdek, ilmiy maqsadlar uchun yetarlidir.

Kerakli adabiyotlar:

1. Alekseyev V.N. «Miqdoriy analiz». T., «O'qituvchi», 1975- yil, 216-221, 233-249-betlar.
2. Mirkomilova M. «Analitik kimyo». T., «O'zbekiston», 2002-yil. 181-194-betlar.
3. Rasulov K.R. «Analitik kimyo». T., G'.G'ulom nomidagi NMIU, 2004-yil, 381-389-betlar.
4. Fayzullayev O. «Analitik kimyo». S., SamDU nashri, 2000-yil, 167-173-betlar.

4-mavzu: Neytrallash metodining mohiyati.

Ajratilgan soat-2 soat.

Asosiy savollar:

1. Neytrallash metodining mohiyati. Titrlash egri chiziqlari. Kuchli kislotalarni kuchli ishqorlar bilan (yoki aksincha) titrlash.

2. Kuchsiz kislotalarni kuchli ishqorlar bilan (yoki aksincha) titrlash.
3. Kuchsiz asoslarni kuchli kislotalar bilan (yoki aksincha) titrlash.

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar:

Neytrallanish reaksiyasi, titr, titrlash jarayonida pH qiymatining o'zgarishi, titrlash egri chizig'i, titrlash sakrashi, titrlash xatolari, vodorod ko'rsatkich, gidrooksid ko'rsatkich, indikatorlarning rang o'zgarish sohalari, indikator tanlash, xromoforlar va auksoxromlar.

Mavzuga oid muammolar:

1. Qanday xromoforlar va auksoxromlar bor? Ularning birikma rangiga ta'sirini siz qaysi indikator formulasi orqali izohlaysiz?
2. Titrlash egri chizig'idagi «sakrash» qanday o'zgarish va unga qanday omillarning ta'siri borligini tushuntira olasizmi?
3. Ko'zimizning rang sezish qobiliyati cheklangandir, shuning uchun indikatorlardan foydalanamiz. Indikator rangining o'zgarish oralig'i nimalarga bog'liq bo'ladi?
4. Byuretkadagi suyuqlikning hajmini o'lchashda kishi ko'zini meniskdan pastda tutgan. Bu o'lchash natijasiga qanday ta'sir qiladi?

1-asosiy savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga neytrallanish usulining aynan shu reaksiyaga asoslanganligi va bu usulda ekvivalent nuqtani turli indikatorlar yordamida aniqlash mumkinligi haqida ma'lumot beriladi.

Identiv o'quv maqsadlari :

- 1.1. Neytrallanish reaksiyasini mohiyatini izohlaydi.
- 1.2. Ekvivalent nuqta va oxirgi nuqtaning farqini tushuntirib beradi.
- 1.3. Indikatorlar haqida tushuncha beradi.
- 1.4. Titrlash egri chiziqlarini izohlaydi.
- 1.5. Gidrolizga uchraydigan tuzlar uchun vodorod ionining konsentratsiyasini hisoblash formulalarini keltirib chiqaradi.
- 1.6. Indikatorlarning rang o'zgartirish chegaralarini izohlaydi.

1-asosiy savolning bayoni: Neytrallanish reaksiyasi $H^+ + OH^- = H_2O$ ga asoslangan barcha hajmiy aniqlashlar neytrallanish metodiga kiradi. Bu metodda biror kislotalarning titrlangan eritmasidan foydalanib ishqorlarning miqdorini yoki ishqorlarning titrlangan eritmasidan foydalanib kislotalarning miqdorini aniqlash mumkin. Sifat analizi kursidan ma'lumki, har qanday suvdagi eritmada u qanday muhitga ega bo'lishidan qat'i nazar suvning dissotsilanishi natijasida H^+ va OH^- ionlari bo'ladi. Ko'rsatilgan ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi o'zgarmas haroratda doimiy qiymatga ega bo'ladi. 22° haroratda suvdagi har qanday eritmada

$$[H^+]\cdot[OH^-] = K_{H_2O} = 10^{-14} \quad (1)$$

Elektrolitik dissotsilanish nazariyasiga asosan eritmalarining kislotali xossalari H^+ ionlariga, asosli xossalari esa OH^- ionlariga bog'liq. Suvda va suvdagi neytral

eritmalarining hammasida ham bu ionlarning konsentratsiyalari o'zaro teng bo'lishi kerak. Demak, 22°C da bu konsentratsiyalar:

$$[H^+] = [OH^-] = \sqrt{K_{H_2O}} = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7} \text{ г-ион/л (2)}$$

eritmaning muhiti kislotali bo'lganda:

$$[H^+] > [OH^-] \text{ yani } [H^+] > 10^{-7} \text{ va } [OH^-] < 10^{-7}$$

eritmaning muhiti kislotali bo'lganda:

$$[OH^-] > [H^+] \text{ yani } [OH^-] > 10^{-7} \text{ va } [H^+] < 10^{-7}$$

(1) tenglama bilan ifodalanadigan H^+ va OH^- ionlarining konsentratsiyalari orasidagi teskari proporsional bog'liqlik istalgan eritmaning muhitini miqdoriy jihatdan xarakterlashga imkon beradi. Bunda shu eritmadagi H^+ va OH^- ionlaridan faqat bittasining konsentratsiyasi ko'rsatiladi, chunki ikkinchisining konsentratsiyasi ham shu bilan to'liq belgilanadi. Masalan, eritmadagi H^+ ionlarining konsentratsiyasi 10^{-10} g-ion/l bo'lsa, undagi OH^- ionlarining konsentratsiyasi $10^{-14}/10^{-10} = 10^{-4}$ g-ion/l va muhit ishqoriy bo'ladi.

Eritmaning muhitini xarakterlashda H^+ yoki OH^- ionlari konsentratsiyalarining o'rniga ularning *vodorod ko'rsatkich* va *gidroksil ko'rsatkichlar* deb ataladigan manfiy logarifmlaridan foydalanish qulaydir. Shunday qilib,

$$pH = -\lg[H^+]; \quad pOH = -\lg[OH^-] \quad (3)$$

Agar (1) tenglamani logarifmlab va logarifmlarning teskarisiga o'zgartirsak

$$-\lg[H^+] - \lg[OH^-] = 14 \text{ yoki } pH + pOH = 14$$

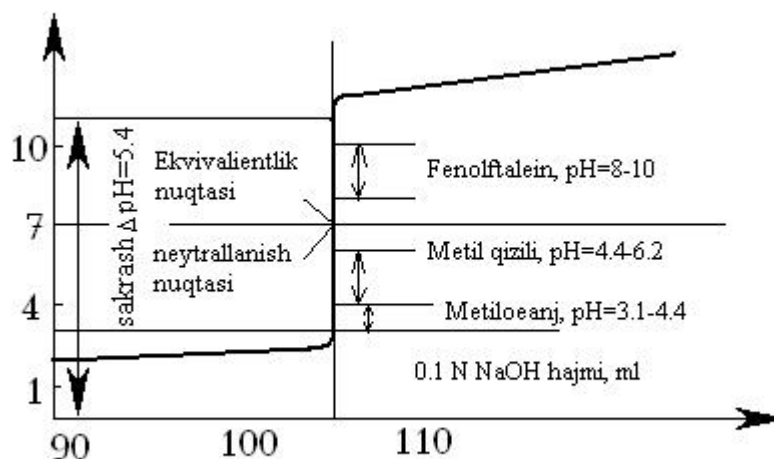
Istalgan kislota eritmasini ishqor eritmasi bilan titlansa, ishqorning OH^- ionlari kislota H^+ ionlarini bog'laydi va uning konsentratsiyasi borgan sari kamayadi, eritmaning pH i esa ortib boradi. pH ning ma'lum bir qiymatida ekvivalent nuqtaga yetiladi va shunda ishqor qo'shishni to'xtatish lozim. Ishqor eritmasini kislota eritmasi bilan titrlashda OH^- ionlari H^+ ionlari bilan bog'lanadi va eritmada uning konsentratsiyasi asta-sekin ortadi, eritmaning pH i esa kamayib boradi. pH ning ma'lum bir qiymatida ekvivalent nuqtaga yetiladi va shu paytda titrlash to'xtatiladi.

Aytilganlardan shunday xulosa chiqadi: Turli hollarda titrlashni eritma pH ining reaksiyaga kirishayotgan kislota va asosning tabiatiga bog'liq bo'lgan turli qiymatlarida tamomlashga to'g'ri keladi.

Titrlash egri chiziqlari. Kuchli kislotalarni kuchli ishqorlar bilan (va aksincha) titrlash. Avvalo titrlash egri chizig'ini tuzish metodini ko'rib chiqamiz. Masalan HCl ning 100 ml 0,1 N eritmasini NaOH ning 0,1 N eritmasi bilan titrlanadi, deylik. Titrlashning turli paytidagi eritmaning pH ini hisoblaymiz. Kuchli kislota yoki ishqorlar eritmasining pH ini hisoblashda H^+ (yoki OH^-) ionlarining konsentratsiyasini kislota yoki ishqorning umumiy konsentratsiyasiga tenglash mumkin. Hisoblashni soddalashtirish uchun titrlashda eritmaning umumiy hajmi o'zgarmaydi, deb hisoblaymiz. Haqiqatda esa, bu hajm

titrlashning oxirida 2 marta ko'payadi. Hajmning ko'payishini hisobga olmasdan pH ni hisoblashdagi qilingan xato $\lg 2$ ga, ya'ni taxminan 0,3 ga teng.

Bu xato ko'rilyotgan holdagi natijaga ta'sir etmaydi va shuning uchun uni hisobga olmasa ham bo'ladi. Titrlashdan oldin HCl ning 0,1 normal eritmasi berilgan bo'lib uning pHi 1 ga teng. Endi HCl ning 100 ml 0,1 normal eritmasiga NaOH ning 90 ml 0,1 normal eritmasi qo'shildi, deylik. Bunda barcha kislotaning 0,9 (90%) qismi neytrallanadi. Eritmada erkin holda qolgan kislotaning miqdori uning titrlashdan oldingi miqdoriga nisbatan 10 marta kam bo'ladi. Hajm o'zgarishi hisobga olinmagani uchun reaksiyaga kirishmay qolgan kislotaning konsentratsiyasi dastlabki konsentratsiyasiga nisbatan 10 marta kam bo'ladi, ya'ni 0,1 mol/l ga teng bo'ladi. Demak, bu paytda eritmaning pHi taxminan 2 ga teng bo'ladi.



1-rasm: HCl ning 100 ml 0,1 n eritmasini NaOH ning 0,1 n eritmasi bilan titrlash.

Titrlanayotgan eritmaga 99 ml NaOH qo'shilganda erkin HCl ning konsentratsiyasi yana 10 marta, ya'ni 0,001 mol/l gacha kamayadi. Eritmaning pHi esa taxminan 3 gacha ortadi. 99,9 ml NaOH qo'shilganda C_{kislota} 0,0001 l gacha kamayib pH taxminan 4 gacha ortadi. Titrlashga olingan 100 ml HCl ga shu normallikdagi NaOH eritmasidan 100 ml qo'shilganda eritmadagi kislotaga ekvivalent miqdorda ishqor qo'shilgan bo'ladi, ya'ni ekvivalent nuqtaga erishiladi. Bu paytda eritmada faqat reaksiya natijasida hosil bo'lgan tuz NaCl bo'ladi. Bu tuz gidrolizlanmaganligi uchun eritmaning pHi 7 ga teng bo'ladi. Xuddi shu paytda titrlashni tamomlash kerak. Lekin ishqorni kislotaga bilan titrlashda pH ning o'zgarishini kuzatib borish uchun hisoblashni 100% ortiqcha NaOH qo'shilguncha davom ettiramiz.

Ishqor kerakli miqdoridan 0,1 ml ortiqcha, ya'ni 100,1 ml qo'shilgan bo'lsin. NaOH ning konsentratsiyasi HCl niki kabi bo'lgani uchun ortiqcha qo'shilgan (0,1 ml) ishqor OH⁻ ionlarini hosil qiladi. Ularning konsentratsiyasi eritmaga 0,1 ml ortiqcha HCl qo'shilganicha hosil bo'ladigan H⁺ ionlarining konsentratsiyasiga teng bo'ladi.

Demak, bu paytda $[\text{OH}^-]$ taxminan 10^{-4} ga, $[\text{H}^+] = 10^{-10}$ va $\text{pH} = 10$ ga teng bo'ladi. Xuddi shu yo'l bilan 1 ml ortiqcha miqdordagi ishqor qo'shilganda $[\text{OH}^-] = 10^{-3}$; $[\text{H}^+] = 10^{-11}$ va $\text{pH} = 11$ ekanligini hisoblab topamiz va hokazo. Olingan natijalar quyidagi jadvalda taqqoslangan va yuqoridagi rasmda egri chiziq shaklida ifodalangan.

1-jadval.

HCl ning 100 ml 0,1 n eritmasini NaOH ning 0,1 n eritmasi bilan titrlashda pH ning o'zgarish tartibi

qo'shilgan NaOH ml	C_{kisl} mol/l	C_{ishk} mol/l	$[\text{H}^+]$	$[\text{OH}^-]$	pH
9	0,1	-	10^{-1}	10^{-13}	1
90	0,01	-	10^{-2}	10^{-12}	2
99	0,001	-	10^{-3}	10^{-11}	3
99,9	0,0001	-	10^{-4}	10^{-10}	4
100	-	-	10^{-7}	10^{-7}	7
(Ekv.nuqta)					
100,1	-	0,0001	10^{-10}	10^{-4}	10
101,0	-	0,001	10^{-11}	10^{-3}	11
110	-	0,01	10^{-12}	10^{-2}	12
200	-	0,1	10^{-13}	10^{-1}	13

Titrlashda pH ning qanday o'zgarishini ko'rsatadigan shunga o'xshash egri chiziqlar *titrlash egri chiziqlari* deb ataladi.

Aytilganlarning hammasidan indikator tanlashning asosiy qoidasi kelib chiqadi.

«Har qanday titrlashda titrlash ko'rsatkichi titrlash egri chizig'ida pH ning keskin o'zgarishi oralig'ida bo'lgan indikatorlarnigina ishlatish mumkin».

Muhokama uchun savollar:

1. Indikatorning titrlash ko'rsatkichi nima? To'rtta eng muhim indikatorning titrlash ko'rsatkichini aytib bering.
2. HCl ning 0,1 n 20 ml eritmasiga NaOH ning 30 ml 0,1 n eritmasi qo'shildi. Hosil bo'lgan eritmaning pH ini toping.
3. Titrlash tartibining qanday ahamiyati bor? Taqqoslovchilar nima va ular qanday maqsadda ishlatiladi?

2-savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga kuchsiz kislotalarni kuchli ishqorlar bilan titrlashda boshlang'ich eritma pH_i , oraliq eritma pH_i , ekvivalent nuqtada eritma pH_i hamda ularni hisoblash to'g'risida ma'lumot beradi.

Identiv o'quv maqsadlari:

- 2.1. Eritma pH_i i titrlash jarayonida qanday o'zgarishini izohlaydi.
- 2.2. Kuchsiz kislotalar eritmalarning pH ini hisoblash formulalarini keltirib chiqaradi.

2.3. Tuzlar eritmasining pH ini hisoblash formulasini keltirib chiqaradi.

2-savolning bayoni: *Kuchsiz kislotalarni kuchli ishqorlar bilan (yoki aksincha) titrlash.*

Masalan, CH_3COOH ning 100 ml 0,1 n eritmasini NaOH ning 0,1 n eritmasi bilan titrlaylik. Bu holda pH ning qiymatini hisoblashda H^+ ionlarining konsentratsiyasini eritmadagi kislotaning umumiy konsentratsiyasiga teng deb olish mumkin emas. Chunki kislotaning ko'p qismi eritmada dissotsilanmagan molekulalar holida bo'ladi va ozginasigina dissotsilanib H^+ ionlarini beradi. Shuning uchun bu yerda pH ni hisoblashda berilgan kuchsiz kislotaning dissotsilanish konstantasi tenglamasidan foydalaniladi, ya'ni

$$\frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = K_{\text{kisl}} = 1,86 \cdot 10^{-5} \quad (1)$$

Sirka kislota eritmasi dastlab: $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ tenglama bo'yicha qisman dissotsilangan bo'ladi. Bundan ko'rinadiki hosil bo'layotgan har bir H^+ ioniga bitta CH_3COO^- ioni to'g'ri keladi. Demak, ularning konsentratsiyalari teng, ya'ni

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{H}^+]$$

Sirka kislotaning dissotsilanish darajasi juda kichik bo'lgani uchun

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = C_{\text{kisl}}$$

deb hisoblash mumkin. Bu yerda C_{kisl} -eritmadaagi sirka kislotaning umumiy konsentratsiyasi bo'lib, ushbu misolda 0,1 M ga teng. Buni hisobga olib (1) tenglamadan

$$[\text{H}^+]^2 = K_{\text{kisl}} \cdot C_{\text{kisl}} \quad \text{yoki} \\ [\text{H}^+] = \sqrt{K_{\text{kisl}} \cdot C_{\text{kisl}}} \quad (2)$$

$[\text{H}^+]$ dan pH ga o'tish uchun (2) tenglamani logarifmlaymiz va logarifmning ishorasini teskariga almashtiramiz. Bunda quyidagini olamiz:

$$-\lg [\text{H}^+] = -\frac{1}{2} \lg K_{\text{kisl}} - \frac{1}{2} \lg C_{\text{kisl}}$$

$$\text{pH} = \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{kisl}} - \frac{1}{2} \lg C_{\text{kisl}}$$

Bu yerda $\text{p}K_{\text{kisl}} = -\lg K_{\text{kisl}}$ -kislotaning kuch ko'rsatkichi.

Bu yerda $\text{p}K = -\lg (1,86 \cdot 10^{-5}) = -(0,27-5) = 4,73$ ga teng. (3)

Bunda (3) formulaga asosan

$$\text{p}K = \frac{1}{2} \cdot 4,73 - \frac{1}{2} \lg 0,1 = 2,37 + 0,5 = 2,87$$

Sirka kislotaning 0,1 n eritmasini titrlash egri chizig'ining boshlanish nuqtasidagi pH ning qiymati 2,87 ga teng bo'ladi.

Endi titrlash egri chizig'ining oraliq nuqtalarini hisoblab topishda ishlatiladigan formulani chiqarishga o'tamiz. Bu nuqtalar titrlanayotgan kislota umumiy miqdorining bir qismi titrlangan, ya'ni tuzga aylangan paytga to'g'ri keladi. Demak, bu paytda eritmada erkin holdagi kislota (CH_3COOH) va uning tuzi CH_3COONa bo'ladi. Bunday eritmalarining pH ini hisoblab topish uchun sirka kislotaning dissotsilanish konstantasi tenglamasini $[\text{H}^+]$ ga nisbatan yechamiz;

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

Lekin CH_3COOH kuchsiz kislota va uning deyarli hammasi eritmada dissotsilanmagan molekula- CH_3COOH holda bo'ladi. Shuning uchun dissotsilanmagan molekularning konsentratsiyasini eritmada kislotaning umumiy konsentratsiyasiga teng deb olish mumkin, ya'ni:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = C_{\text{kisl}}$$

Ikkinchi tomondan CH_3COONa tuzi to'liq dissotsilangani, sirka kislotasi esa juda oz dissotsilangani uchun eritmada CH_3COO^- ionlarining deyarli hammasi tuzning dissotsilanishidan hosil bo'ladi va tuzning har bir molekulasini bittadan CH_3COO^- ionini hosil qiladi. Bunda anionlarning konsentratsiyasini tuzning umumiy konsentratsiyasiga teng deb olish mumkin, ya'ni,

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = C_{\text{tuz}}$$

Aytilganlarni hisobga olib, yuqoridagi tenglamadan

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

Bunda tenglamani logarifmlab ishoralarini teskarisiga o'zgartirsak

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

Titrlashning oraliq nuqtalari shu formula bo'yicha hisoblab chiqariladi. Ikkita shunday hisoblash o'tkazaylik. Avvalo 50% sirka kislota titrlangandan so'ng pH ning qiymatlarini hisoblaymiz. Kislotaning titrlangan qismi tuzga aylangan, shuning uchun $C_{\text{kisl}} \times C_{\text{tuz}}$ nisbat titrlanmagan kislota ml lar sonining titrlangan kislotalarning ml lar soniga (yoki shunga teng miqdorda qo'shilgan ishqorning ml lar soniga) nisbatiga teng. Demak, bu paytda

$$\text{pH} = \text{pK}_{\text{kisl}} - \lg 50/100 \cdot 0,1 + \lg 50/100 = 4,73$$

Shunday qilib, kuchsiz kislotaning rosa yarmi titrlangan paytda eritmaning pH i pK_{kisl} ga teng bo'ladi. Titrlash egri chizig'idagi keskin o'zgarish chegarasi alohida amaliy ahamiyatga ega. Titrlashni 0,1% gacha aniqlik bilan bajarilgani uchun 0,1

ml titrlanmagan sirka kislota qolgan payt bilan 0,1 ml ortiqcha ishqor qo'shilgan payt orasidagi pH ning qiymati keskin o'zgarish sohasi hisoblanadi. Demak, keskin o'zgarish boshlanish payti uchun

$$\text{pH} = 4,73 - \lg 0,1 / 9,99 = 4,73 - (-3) = 7,73$$

Endi ekvivalent nuqtadagi pH ni hisoblashda foydalaniladigan formulani chiqarishga o'tamiz. Eritmada CH_3COONa tuzi bo'lib u quyidagi tenglama bo'yicha qisman gidrolizlangan bo'ladi:



Bu qaytar reaksiyani massalar ta'siri qonuniga tadbiiq etsak,

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_2\text{O}]} \quad (4)$$

$[\text{H}_2\text{O}]$ ni tenglamaning o'ng tomoniga o'tkazib va suvning konsentratsiyasi gidroliz muvozanati istalgancha siljiganda ham amaliy o'zgarmasdan qoladi deb hisoblash mumkinligini nazarda tutib shunday yozish mumkin:

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = K \cdot [\text{H}_2\text{O}] = K_{\text{gidr}} \quad (5)$$

Bu yerda $K \cdot [\text{H}_2\text{O}]$ ko'paytma doimiy son bo'lib gidroliz konstantasi deyiladi va K_{gidr} bilan belgilanadi. Uning son qiymatini suvning ion ko'paytmasi $K_{\text{H}_2\text{O}}$ va sirka kislotaning dissotsilanish konstantasi K_{kisl} qiymatlaridan aniqlash oson:

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 10^{-14}}{[\text{H}^+]}$$

$[\text{OH}^-]$ ning bu qiymatini (5) formulaga qo'ysak

$$K_{\text{gidr}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot 10^{-14}}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]} \quad \text{lekin}$$

$\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]}$ kasr K_{kisl} ga teskari miqdordir va u $1: K_{\text{kisl}}$ ga teng.

Demak, shunday yozish mumkin:

$$K_{\text{gidr}} = \frac{10^{-14}}{K_{\text{kisl}}} \quad (6)$$

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{10^{-14}}{K_{\text{kisl}}}$$

Reaksiyaning ionli tenglamasiga binoan gidrolizda bitta H^+ ioni paydo bo'lishi bilan 1 molekula $[CH_3COOH]$ hosil bo'ladi, bundan $[CH_3COOH] = [OH^-]$. Shu bilan bir vaqtda CH_3COOH dissotsilanib juda kam CH_3COO^- ionlarini bergani uchun $[CH_3COO^-] = C_{tuz}$ deb qabul qilish mumkin.

Buni hisobga olib (6) tenglamadan

$$\frac{[OH^-]^2 \cdot 10^{-14}}{C_{tuz}} = \frac{[OH^-]}{K_{kisl}} = \sqrt{10^{-14} C_{tuz} \frac{1}{K_{kisl}}} \quad (7)$$

$$C_{tuz} \quad K_{kisl}$$

Logarifmlab va logarifmning ishoralarini teskarisiga almashtirsak:

$$-\lg[OH^-] = 7 + \frac{1}{2} \lg K_{kisl} - \frac{1}{2} \lg C_{tuz} \quad (8)$$

$$pOH = 7 - \frac{1}{2} pK_{kisl} - \frac{1}{2} \lg C_{tuz}$$

Lekin $pH = 14 - pOH$. Bundan ko'rilayotgan titrlash uchun ekvivalent nuqtadagi pH ni hisoblash formulasini topamiz;

$$pH = 7 + \frac{1}{2} pK_{kisl} + \frac{1}{2} \lg C_{tuz}$$

Bu formula bilan CH_3COOH ning 0,1 n eritmasini NaOH ning 0,1 n eritmasi bilan titrlashda ekvivalent nuqtadagi pH ni hisoblab topamiz. Titrlashda hajm o'zgarishi e'tiborga olinmagani uchun C_{tuz} ni kislotaning boshlang'ich konsentratsiyasiga, ya'ni 0,1 M ga teng deb olamiz. Demak,

$$pH = 7 + \frac{4,73}{2} + \frac{1}{2} \lg 0,1 = 7 + 2,37 - 0,5 = 8,87$$

Endi titrlashda eritmaga ortiqcha miqdorda NaOH qo'shilgan paytdagi pH ni hisoblashga o'tamiz. Ishqor bilan bir qatorda eritmada reaksiya natijasida hosil bo'lgan tuz CH_3COONa ham bor. Uning eritmaları ishqoriy muhitga ega va shuning uchun u NaOH ning ta'sirini kuchaytirishi, ya'ni NaOH hosil qilgan pH ni orttirishi kerak. Haqiqatda esa bu tuz ta'sirida pH ning ortishi shunchalik kam bo'ladiki, uni hisobga olmaslik ham mumkin. Boshqacha aytganda pH ning qiymati eritmada erkin holda bo'ladigan ishqorning miqdoriga bog'liq bo'ladi. Bu ishqor kuchli bo'lganligi uchun OH^- ionlarining konsentratsiyasini NaOH ning umumiy konsentratsiyasiga teng deyish mumkin. Keskin o'zgarishning oxirida 100 ml eritmada NaOH 0,1 n eritmasining ortiqcha miqdori 0,1 ml ga teng. 1 l da esa u 1 ml 0,1 n eritmaga teng bo'lib, unda 0,1 : 1000 ya'ni, 10^{-4} ion/l OH^- ioni bo'ladi.

Demak, OH^- ionlarining konsentratsiyasi 10^{-4} g-ion/litr ga, H^+ ionlarining konsentratsiyasi $10^{-14}/10^{-4} = 10^{-10}$ g-ion/l va eritmaning pHi 10 ga teng. Shunday qilib, pH ning qiymati HCl ning 0,1 n eritmasini titrlangandagidek chiqadi. Titrlash

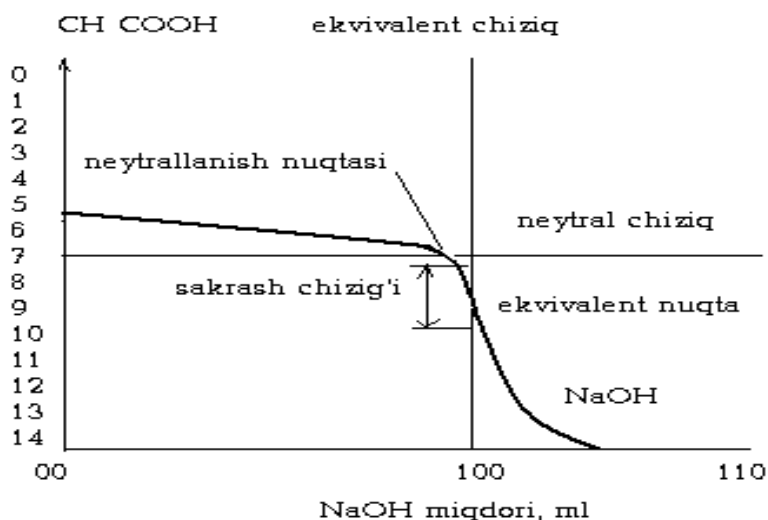
egri chizig'ining keyingi nuqtalari va yuqorida ko'rilgan egri chiziq ham mos keladi.

2-jadval

CH_3COOH ning 100 ml 0,1 n eritmasini NaOH ning 0,1 n eritmasi bilan titrlashda pH ning o'zgarish tartibi

Qo'shilgan NaOH ml	Ortiqcha ml		C_{kisl}	Hisoblash	pH
	Kislota	ishqor	C_{tuz}		
0	100,0	-	-	$\text{pH} = 4,73 - 1/2 \lg 0,1$	2,87
2,0	98,0	-	98/2	$\text{pH} = 4,73 - \lg 98 + \lg 2$	3,04
15,0	85,0	-	98/15	$\text{pH} = 4,73 - \lg 85 + \lg 15$	3,98
31,0	69,0	-	69/31	$\text{pH} = 4,73 - \lg 69 + \lg 31$	4,38
50,0	50,0	-	50/50	$\text{pH} = 4,73 - \lg 50 + \lg 50$	4,73
90,0	10,0	-	10/90	$\text{pH} = 4,73 - \lg 10 + \lg 90$	5,68
99,0	1,0	-	1/99	$\text{pH} = 4,73 - \lg 1 + \lg 99$	6,73
99,9	0,1	-	0,1/99,9	$\text{pH} = 4,73 - \lg 0,1 + \lg 9,99$	7,73

Olingan ma'lumotlarga asoslanib, odatdagicha titrlash egri chizig'ini chizamiz. Bu egri chiziqni HCl 0,1 n eritmasining titrlash egri chizig'i bilan taqqoslab ko'rsak, quyidagilarni topamiz.



2-rasm: CH_3COOH ning 0,1 n eritmasini NaOH ning 0,1 n eritmasi bilan titrlash egri chizig'i

A) bu yerda ekvivalent nuqta HCl dagi kabi neytral nuqtaga to'g'ri kelmaydi, balki ishqoriy eritmalar sohasida, ya'ni $\text{pH} = 8,87$ dan bo'ladi.

B) titrlash egri chizig'idagi pH ning keskin o'zgarishi HCl ni titrlashdagiga nisbatan ancha kichik bo'lib, $\text{pH} = 7,73$ bilan $\text{pH} = 0$ oralig'ida bo'ladi.

V) shunga binoan sirka kislotani titrlashda eng ko'p ishlatiladigan 4 ta indikatoridan faqat bittasini-fenolftaleinni qo'llash mumkin, degan xulosa chiqadi. Metiloranjga kelsak, uning rangi $\text{pH} = 4$ da ya'ni, CH_3COOH umumiy miqdorining taxminan 15%i titrlanishi bilan paydo bo'ladi. Demak, titrlashning indikator xatosi bu holda 85% atrofida bo'ladi. Indikator rangining ekvivalent nuqtaga yaqin yerda ancha sekin o'zgarishi yanada muhimroqdir. Bu indikatorning $\text{pH} \approx 3,1$ ga to'g'ri keladigan tiniq pushti rangdan $\text{pH} \approx 4,4$ ga to'g'ri keladigan tiniq sariq rangga o'tguncha bo'lgan barcha oraliq ranglar gammasini o'tish uchun CH_3COOH ning titrlanayotgan 100 ml eritmasiga NaOH ning 0,1 n eritmasidan 29 ml qo'shish kerak.

25 ml hajmiga esa ishqor eritmasidan 7,25 ml ga yaqin ketadi.

Yuqorida ko'rsatilgan sirka kislotani titrlash egri chizig'ining keskin o'zgarishi HCl nikiga qaraganda kichik bo'lishining sababi shundaki, CH_3COOH kuchsiz kislota bo'lgani uchun uning eritmasidagi H^+ ionlarining konsentratsiyasi HCl eritmasiga nisbatan ancha kam bo'ladi. Shuning uchun bu yerda titrlash egri chizig'idagi keskin o'zgarish HCl dagiga nisbatan pH ancha katta qiymatda belgilanadi. Lekin har ikki holda ham bitta ishqorning o'zi bilan titrlanayotgani uchun keskin o'zgarish bir xilda tamom bo'ladi. Xulosa qilib aytganda, titrlanayotgan kislota qancha kuchsiz bo'lsa, titrlash egri chizig'ida pH ning keskin o'zgarishi ham shunchalik kichik bo'ladi. $K = 10^{-9}$ bo'lganda keskin o'zgarish mutlaqo yo'qoladi. Bundan ko'rinadiki, bunday juda kuchsiz kislotalarni hech qanday indikator bilan ham titrlab bo'lmaydi. Hisoblashlarning ko'rsatishicha 0,1% gacha aniqlik bilan $K \geq 10^{-7}$ bo'lgan kislotalarnigina titrlash mumkin.

Muhokama uchun savollar:

1. Sirka kislota misolida kuchsiz kislotalarni kuchli ishqorlar bilan titrlashda dastlabki pH ni hisoblash qanday formula bilan ifodalanadi?
2. Titrlashning indikator xatosi nima? Titrlashda indikator xatosining tiplarini birma-bir aytib bering.
3. Aralash indikatorlar qanday tayyorlanadi? Ularning afzalligi nimada?
4. Ishqorlarning ish eritmasini tayyorlashda nima uchun ularni karbonatlardan tozalanadi? Agar shu eritmalar bilan faqat kuchli kislotalarni titrlash ko'zda tutilsa, ularni tozalash shartmi?
5. Titrlashda nima uchun indikatoridan ko'p miqdorda olish yaramaydi?
6. Ekvivalent nuqtada 0,1 M CH_3COOH eritmasini NaOH ning 0,1 M eritmasi bilan titrlashda pH ni qiymati nechaga teng bo'lishini hisoblang?
A) $\text{pH} = 5,82$; B) $\text{pH} = 6,87$; C) $\text{pH} = 7,87$; D) $\text{pH} = 8,87$.

3- savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga kuchsiz asoslarni kuchli kislotalar bilan titrlashda boshlang'ich eritma pH_i , ekvivalent nuqtada eritma pH ini hisoblash yo'llarini tushuntiriladi.

Identiv o'quv maqsadlari:

- 3.1. Kuchsiz asoslar eritmasining pH ini hisoblash formulasini keltirib chiqaradi.
- 3.2. Ekvivalent nuqtada eritma pH ini hisoblash formulasini keltirib chiqaradi va mohiyatini izohlaydi.

3- savolning bayoni: Kuchsiz asoslarni kuchli kislotalar bilan (yoki aksincha) titrlash

Faraz qilaylik, masalan NH_4OH ning 100 ml 0,1 n eritmasini HCl ning 0,1 n eritmasi bilan titrlanadi. Titrlashning boshida kuchsiz asos NH_4OH ning 0,1 n eritmasi bo'lib, uning pH i quyidagi tenglama bilan hisoblanadi.

$$\frac{[\text{NH}_4^+]\cdot[\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} = K_{\text{asos}} = 1,87\cdot 10^{-5}$$

$$[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] \text{ va } [\text{NH}_4\text{OH}] = C_{\text{asos}} \quad \text{bo'lgani uchun}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_{\text{asos}} \cdot C_{\text{asos}}} \quad \text{va}$$

$$\text{pOH} = \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{asos}} - \frac{1}{2} \lg C_{\text{asos}}$$

bundan

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{asos}} + \frac{1}{2} \lg C_{\text{asos}}$$

(2) formulani chiqarish jarayonida olingan (1) formula kuchsiz kislotalar uchun chiqarilgan

$$\text{pH} = \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{kisl}} - \frac{1}{2} \lg C_{\text{kisl}}$$

formulaga juda o'xshaydi.

Farqi faqat shundaki, bu yerda pH qiymatining o'rniga pOH qiymati topiladi. Titrlashning boshqa oraliq nuqtalarini va ekvivalent nuqtalarini hisoblashda ham xuddi shunday bo'ladi. Tegishli formulalarni chiqarish usullari yuqorida bayon qilingan usullarga aynan o'xshaydi. Titrlashning oraliq nuqtalarida eritmada erkin holdagi titrlanmagan asos (NH_4OH) bilan birga reaksiya natijasida hosil bo'lgan tuz NH_4Cl ham bo'ladi. Shuning uchun

$$\text{pOH} = \text{p}K_{\text{asos}} - \lg \frac{C_{\text{asos}}}{C_{\text{tuz}}}$$

va

$$\text{pH} = 14 - \text{p}K_{\text{asos}} + \lg C_{\text{asos}} / C_{\text{tuz}}$$

Ekvivalent nuqtada eritmada

$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH} + \text{H}^+$ tenglama bo'yicha gidrolizlanadigan tuz bo'lsa, gidroliz konstantasi tenglamasi

$$\frac{[\text{NH}_4\text{OH}]\cdot[\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{10^{-14}}{K_{\text{asos}}}$$

dan

$$\text{pH} = 7 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{asos}} - \frac{1}{2} \lg C_{\text{tuz}}$$

Shunga e'tibor berish kerakki, bu formula kuchsiz kislota va kuchli asosdan hosil bo'lgan tuzlar eritmalarining pH ini hisoblashdagi oldingi chiqarilgan formuladan farq qiladi. Avvalgi holda pH qiymati 7 dan katta bo'lgani uchun $\frac{1}{2} pK$ va $\frac{1}{2} \lg C_{\text{tuz}}$ qiymatlar 7 ga qo'shilar edi. Bu holda esa pH 7 dan kichik va shuning uchun ko'rsatilgan qiymatlar 7 dan ayriladi. Titrlashning ortiqcha HCl qo'shilgan paytga to'g'ri keladigan nuqtalari uchun pH ning qiymati uning eritmadagi umumiy konsentratsiyasi bilan bizga ma'lum bo'lgan oldingi usul bilan hisoblab topiladi.

3-jadval

NH₄OH ning 100 ml 0,1 n eritmasini HCl ning 0,1 n eritmasi bilan titrlashda pH ning o'zgarishi.

Qo'shilgan HCl ml.	Ortiqcha ml		C _{asos}	Hisoblash	pH
	NH ₄ OH	HCl	C _{tuz}		
0	100	-	-	pH = 14 - 4,75 - 1 lg 0,1	11,13
65	35	-	35/65	pH = 14 - 0,475 + lg 35 - lg 65	9,03
90	10	-	10/90	pH = 14 - 4,75 + lg 10 - lg 90	8,30
99	1	-	1/99	pH = 14 - 4,75 + lg 1 - lg 99	7,25
99,9	0,1	-	0,1/99,9	pH = 14 - 4,75 + lg 0,1 - lg 99,9	6,24
100(ekv.n)	-	-	-	pH = 7 - 4,75/2 - $\frac{1}{2} \lg 0,1$	5,12
100,1	-	0,1	-	[H ⁺] = 10 ⁻⁴	4,0
101,1	-	1,0	-	[H ⁺] = 10 ⁻³	3,0
210,0	-	10,0	-	[H ⁺] = 10 ⁻²	2,0
200,0	-	100,0	-	[H ⁺] = 10 ⁻¹	1,0

Muhokama uchun savollar:

1. Indikatorning ko'rsatishiga qaysi omillar ta'sir etadi? Ularning analiz natijasiga ta'sirini qanday yo'qotish mumkin?
2. Agar NH₄OH ning $K = 1,79 \times 10^{-5}$ ga teng bo'lsa, NH₄OH eritmasining pH ini hisoblash formulasini yozing
3. Titrlash jarayonidagi oraliq nuqtalarning pH ini hisoblash formulasini yozing.
4. Ekvivalent nuqtada 0,1 M NH₄OH eritmasini 0,1 M HCl eritmasi bilan titrlashda eritma pH ni nechaga tengligini hisoblay olasizmi?

4- mavzu bo'yicha mustaqil ish topshiriqlari.

Neytrallash metodining mohiyati.

- 4.1. Neytrallash metodining mohiyati.
- 4.2. Neytrallash usulida titrlash egri chiziqlarining ahamiyati va tuzilishi.
- 4.2. Titrlash egri chizig'idagi «sakrash» qanday o'zgarish va unga qanday omillarning ta'siri borligini tushuntira olasizmi?
- 4.3. Kuchli kislotalarni kuchli ishqorlar bilan (yoki aksincha) titrlash egri chiziqlari. Ishqorlarning ish eritmasini tayyorlashda nima uchun ularni karbonatlardan tozalanadi? Agar shu eritmalar bilan faqat kuchli kislotalarni titrlash ko'zda tutilsa, ularni tozalash shartmi?
- 4.4. Kuchsiz kislotalarni kuchli ishqorlar bilan (yoki aksincha) titrlash egri chiziqlari. Kuchsiz kislotalar eritmalarining pH ini hisoblash formulalarini keltirib chiqaring.
- 4.5. Kuchsiz asoslarni kuchli kislotalar bilan (yoki aksincha) titrlash egri chiziqlari. Kuchsiz asoslar eritmasining pH ini hisoblash formulasini keltiring.
- 4.6. Indikatorlar nazariyasi.
- a) Indikatorlarning ion nazariyasi.
- b) Indikatorlarning xromofor va ion-xromofor nazariyasi.
- 4.7. Indikatorlarning rang o'zgarish oralig'i. Titrlashning indikator xatosi nima? Titrlashda indikator xatosining tiplarini birma-bir aytib bering.
- 4.8. Kislota-asosli titrlash usulida indikatorlar sifatida qanday moddalar ishlatiladi? Aralash indikatorlar qanday tayyorlanadi? Ularning afzalligi nimada?

Asosiy xulosalar: Neytrallash metodida aniq natijalar olish uchun faqat indikatorni to'g'ri tanlash talab qilinibgina qolmasdan, shu bilan birga titrlashni ma'lum tartib bilan o'tkazish ham muhimdir.

Titrlashning ekvivalent nuqtasini to'g'ri belgilash qo'shilgan indikator miqdoriga ham bog'liq bo'ladi. Indikatorlarning ko'pchiligi organik kislotalar yoki asoslardir.

Shunday qilib, titrimetrik analizning natijasi faqat indikator tanlashga bog'liq bo'lib qolmasdan, shu bilan birga indikatorning qo'shilgan miqdoriga va titrlashning qo'llaniladigan tartibiga ham bog'liqdir.

Kerakli adabiyotlar:

1. Alekseyev V.N.. «Miqdoriy analiz». T., «O'qituvchi», 1975- yil, 259-297-betlar.
2. Mirkomilova M. «Analitik kimyo». T., «O'zbekiston», 2002-yil, 194-209-betlar.
3. Rasulov K.R. «Analitik kimyo». T., G'.G'ulom nomidagi NMIU, 2004-yil, 402-442-betlar.
4. Fayzullayev O. «Analitik kimyo». S., SamDU nashri, 2000-yil, 174-181-betlar.

5-mavzu: Oksidlanish-qaytarilish (redoksimetriya) metodlari

Ajratilgan soat-4 soat

Asosiy savollar:

1. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali. Konsentratsiya va muhitning oksidlash potentsialiga ta'siri.
2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining muvozanat konstantalari.
3. Oksidlanish-qaytarilish metodidagi titrlash egri chiziqlari.

Mavzuga oid tayanch tushuncha va iboralar:

Oksidlovchi, qaytaruvchi, eritma muhiti, oksidlash potentsiali, normal oksidlash potentsiali, muvozanat konstantasi, redoksimetriya

Mavzuga oid muammolar:

1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari bilan almashinish reaksiyalari orasida qanday farq bor? Oksredmetriya usulida qo'llaniladigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga qanday talablar qo'yiladi?
2. Ko'pincha oksidlovchilarni qaytarilgan shaklga keltirib, oksidlovchilarning standart eritmalari bilan titrlaydilar. Buning sababi nimada deb o'ylaysiz?
3. Qaytaruvchilarning eritmalari saqlanganda oksidlanib qoladi. Uning oldini olish mumkinmi? Bu borada sizning fikringiz qanday?
4. Permanganometrik usulda oksalat eritmasini aniqlashda ular nima uchun isitiladi? Oksalat eritmasi nima uchun qaynatilmaydi? Nima uchun oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi sekin ketadi?
5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan usullarda asosiy analitik muammolar nimalardan iborat? Ularni qanday bartaraf etish mumkin?

1-asosiy savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga oksidlovchi, qaytaruvchi, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari va oksidlanish-qaytarilish potentsiali, oksidlash potentsialining eritmadagi moddalar konsentratsiyasi va eritma muhitiga bog'liqligi haqida, elementlarning oksidlanish darajasi, redoksimetriya metodlari haqida ma'lumot beriladi.

Identiv o'quv maqsadlari :

- 1.1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining mohiyatini tushuntiradi.
- 1.2. Redoksimetriya metodlarini izohlaydi.
- 1.3. Oksidlanish-qaytarilish metodida ekvivalent nuqtani aniqlash usularini o'zlashtiradi.
- 1.4. Eritmaning oksidlash potentsialiga moddalar konsentratsiyasi, eritma muhiti, vodorod ionlari konsentratsiyasining ta'sirini izohlaydi.

1-asosiy savolning bayoni: Ma'lumki bu metod oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslanadi. Ishchi eritmalari sifatida turli xil oksidlovchi va qaytaruvchilarning eritmalari ishlatiladi. Ishchi eritmalarining turlariga ko'ra oksredmetriya usullari oksidlovchilar bilan titrlash (oksidimetriya) va qaytaruvchilar bilan titrlash (reduktometriya) usullariga bo'linadi. Oksidlovchi eritmalari bilan qaytaruvchilarni, qaytaruvchilar eritmalari bilan oksidlovchilarni aniqlaydilar. Oksidlovchi titrantlar sifatida KMnO_4 , J_2 , KBrO_3 , H_5JO_6 , KJO_4 ,

KJO_3 , $(NH_4)_2 [Ce(NO_3)_6]$, $(NH_4)_2[Fe(SO_4)_2]$, NH_4VO_3 va boshqalar, qaytaruvchi titrantlar sifatida $FeSO_4$, $SnCl_2$, $TiCl_3$, $CrSO_4$, askorbin kislotasi, gidroksinon, $Na_2S_2O_3$, $H_2C_2O_4$ va boshqalar ishlatiladi. Ko'pchilik qaytaruvchilarning eritmalari saqlanganda oksidlanadi, shuning uchun qaytaruvchilarning eritmalari bilan titrlash noqulay. Shu bois ko'pincha oksidlovchilarni qaytarilgan shaklga keltirib, oksidlovchilarning standart eritmalari bilan titrlaydilar. Masalan, Fe^{+3} ionini Fe^{+2} ioniga qaytarilib, so'ngra permanganometrik yoki dixromatometrik usul yordamida aniqlanadi. Bunday usullarga *taxminiy qaytarish usullari* deyiladi. Ayrim hollarda titrant sifatida barqaror bo'lgan qaytaruvchilar ishlatiladi. Bunday titrant yordamida qaytaruvchilarni aniqlash uchun ular oldin oksidlanadi, keyin barqaror qaytaruvchilar eritmalari bilan titrlanadi. Bunday usullarga *taxminiy oksidlash usullari* deyiladi. Oksidmetriya usullari oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida bevosita qatnashmaydigan moddalarni ham aniqlash uchun ishlatilishi mumkin. Masalan, Ca ni aniqlashda u mo'l oksalat kislotasi eritmasi ta'sirida kalsiy oksalat shakliga o'tkaziladi. So'ng ortib qolgan oksalat kislotasi kaliy permanganat eritmasi bilan titrlanadi.

Oksidlovchilarda elektronlarni biriktirib olish xossasi kuchli bo'ladi. Kuchsiz oksidlovchilarning elektron biriktirish xossasi juda kuchsiz bo'ladi. Shu sababli ular faqat elektronlarni beradi va qaytaruvchi hisoblanadi. Oksidlanish potentsiallari kattaligiga qarab oksidlovchi va qaytaruvchilarning kuchlari haqida fikr yuritish mumkin. Bu sifat analizidan ma'lum. Shuni ham aytib o'tish kerakki, haqiqatda hech qachon mutlaqo toza oksidlovchi yoki mutlaqo toza qaytaruvchi bo'lmaydi.

Masalan, qaytaruvchi Fe^{+2} ionini bo'lgan eritmada hamma vaqt uning oksidlanish mahsuloti Fe^{+3} ionlari bo'ladi. Xuddi shuningdek Cl_2^0 , Mn^{+7} kabi oksidlovchilarda ham ularning tarkibida doimo oz miqdorda bo'lsa ham qaytarilish mahsulotlari, ya'ni Cl^- , Mn^{+2} bo'ladi va hokazo.

Demak, ayrim oksidlovchi yoki ayrim qaytaruvchilarning oksidlash potentsiali haqida emas, balki ular juftlarining va shular kabi oksidlanish-qaytarilish potentsiallari haqida gapirish to'g'riroq bo'ladi.

Har qanday oksidlanish-qaytarilish jufti ikki formadan iborat. Bulardan biri oksidlangan forma bo'lib, bunda ayni element yuqori valentlikka ega bo'ladi (MnO_4^- ; ClO_4^- ; Fe^{+3} , Sn^{+4}), ikkinchisi qaytarilgan forma bo'lib bunda ayni element past valentlikka ega Mn^{+2} , Cl^- , Fe^{+2} , Sn^{+2} .

Hamma vaqt shuni nazarda tutish kerakki, ayni oksidlanish-qaytarilish sistemasida oksidlovchi qanchalik kuchli bo'lsa, undan hosil bo'lgan qaytaruvchi shunchalik kuchsiz bo'ladi.

Masalan, Sn^{+4} - Sn^{+2} nuqtada Sn^{+4} kuchli qaytaruvchi, Sn^{+2} esa kuchsiz oksidlovchi.

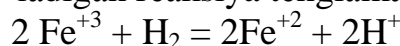
Bir-biri bilan taqqoslash mumkin bo'lgan natijalar olish uchun, turli oksidlanish-qaytarilish juftlarining oksidlanish potentsiallarini o'lchashda ularning har birini hamma vaqt bir xil standart jufti bilan birlashtirib olish kerak.

Bu maqsad uchun standart juft sifatida normal vodorod elektrodi qo'llaniladi. Normal vodorod elektrodi $2H^+/H_2$ juftidan iborat va uning oksidlash potentsiali shartli ravishda 0 ga teng deb qabul qilingan. Boshqa juftlarning

oksidlash potentsiallari vodorod elektrodga nisbatan olinadi va *normal oksidlash potentsiali* deyiladi. Masalan: vodorod elektrod hamda $\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2}$ juftidan tuzilgan galvanik element quyidagicha ishlaydi. Normal vodorod elektrodi elementning manfiy qutbi (katodi)ni $\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2}$ jufti esa uning musbat qutbi (anodi)ni tashkil qiladi. Katoddagi vodorod molekulari platinaga elektronlarini berib H^+ ionlariga aylanadi, ya'ni $\text{H}_2 - 2e = 2\text{H}^+$ sxema bo'yicha oksidlanish sodir bo'ladi.

Bu jarayon natijasida platinaga o'tgan elektronlar o'tkazgich orqali anodga ko'chadi: anodda ularni Fe^{+3} ionlari birlashtirib olib, Fe^{+2} ionlariga qadar qaytariladi. $2\text{Fe}^{+3} + 2e = 2\text{Fe}^{+2}$

Yuqorida keltirilgan ikkala tenglama bir-biriga hadlab qo'shilsa, ayni galvanik elementda sodir bo'ladigan reaksiya tenglamasi olinadi:



Bu elementning elektr yurituvchi kuchi 0,77 V ga teng ekanligi tajriba yo'li bilan topilgan. Bu elektr yurituvchi kuch ikkala juftning normal oksidlash potentsiallari ayirmasiga teng bo'lganligi uchun quyidagini yozish mumkin

$$E_{\text{Yu.K.}} = E_{\text{OFe}^{+++}/\text{Fe}^{++}} - E_{\text{O}_{2\text{H}^+}/\text{H}_2} = 0,77 \text{ v.}$$

Lekin $E_{\text{O}_{2\text{H}^+}/\text{H}_2}$ ning qiymati shartli ravishda nol deb qabul qilingan. Demak,

$$E_{\text{OFe}^{+++}/\text{Fe}^{++}} = + 0,77 \text{ v.}$$

Bu yerda musbat ishora $\text{Fe}^{+++}/\text{Fe}^{++}$ juft normal vodorod elektrodi bilan birlashtirilganda musbat qutb vazifasini bajarishini ko'rsatadi.

Shu tariqa boshqa juftlarning normal oksidlash potentsiali topiladi. Elementlarning normal oksidlash potentsiallari ko'pchilik adabiyotlarda maxsus jadvallarda keltirilgan.

Konsentratsiyaning va muhitning oksidlash potentsialiga ta'siri

Biror oksidlanish-qaytarilish juftining oksidlash potentsiali bilan uning oksidlangan hamda qaytarilgan formasi konsentratsiyalari orasidagi bog'lanish termodinamika qonunlari asosida chiqarilgan Nernst tenglamasi orqali ifodalanadi:

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln \text{oks/ qayt}$$

Bu yerda E_0 —oksidlanish-qaytarilish juftining normal oksidlash potentsiali, R—gaz doimiysi, T—absolyut harorat, F—Faradey soni, n—olinayotgan yoki berilayotgan elektronlar soni.

Agar oksidlangan formaning qaytarilgan formaga o'tish reaksiyasi tenglamasida stexiometrik koeffitsiyentlar bo'lsa, ular modda konsentratsiyalarning darajasi sifatida Nernst tenglamasiga kiradi.

Masalan: $\text{Br}_2/2\text{Br}^-$ jufti uchun Nernst tenglamasi quyidagicha yoziladi:

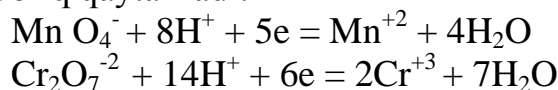
$$E_{\text{Br}_2/2\text{Br}^-} = 1,07 + \frac{0,058}{2} \lg (\text{Br}_2)/ (\text{Br}^-)^2$$

Komponentlaridan biri suvda amalda erimaydigan moddadan iborat bo'lgan Zn/Zn^{+2} kabi juftlar uchun yozilgan Nernst tenglamasida erimaydigan moddaning konsentratsiyasi ishtirok etmaydi, chunki u o'zgarimas kattalikdir. Shunday qilib, Zn/Zn^{+2} juft uchun Nernst tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$E_{Zn/Zn^{+2}} = E_0 + \frac{0,058}{2} \lg (Zn^{++})$$

E_0 (0,78 V ga teng) Zn^{++} / Zn juftning (Zn^{++}) = 1g-ion/l bo'lgandagi potentsiali, chunki shu paytdagina $\lg (Zn^{++}) = 0$ va $E = E_0$ bo'ladi.

Kislorodli kislotalar anionlarining oksidlangan formalari qaytarilgan formalarga o'tishida ularning tarkibi chuqur o'zgarib, bu jarayon vodorod ionlari ishtirokida sodir bo'ladi. Masalan, kislotali muhitda permanganat va bixromatlar bilan o'tkaziladigan oksidlash reaksiyalarida MnO_4^- va $Cr_2O_7^{2-}$ anionlari quyidagi tenglamalarga muvofiq qaytariladi:



E ning qiymati eritmada bo'lgan H^+ ionlari konsentratsiyasiga ham bog'liq. H^+ ionlarining konsentratsiyasiga Nernst tenglamasida logarifm ostidagi kasrning suratiga muvofiq yoziladi:

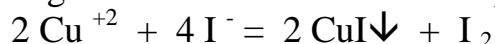
$$E_{MnO_4^- / Mn^{+2}} = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[MnO_4^-][H^+]^8}{[Mn^{+2}]}$$

$$E_{Cr_2O_7^{2-} / 2Cr^{+3}} = E_0 + \frac{0,058}{6} \lg \frac{[Cr_2O_7^{2-}][H^+]^{14}}{[Cr^{+3}]^2}$$

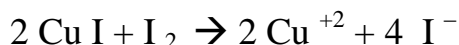
Bu tenglamalardan ko'rinib turibdiki, vodorod ionlarining konsentratsiyasi ayni misollarda eritmalarining oksidlash potentsiallari qiymatiga, binobarin, uning oksidlash aktivligiga nihoyatda kuchli ta'sir qiladi. Agar oksidlanish-qaytarilish juftlarini tashkil etgan ayrim komponentlarning konsentratsiyalari o'zgartirilsa, juftlarning oksidlash potentsiallari ham o'zgaradi. Normal oksidlash potentsiali katta bo'lgan juft bunday o'zgarish natijasida normal oksidlash potentsiali kichik bo'lgan juftga qaraganda kichik potentsialni namoyon qilishi mumkin.

Binobarin, ayni juftlar orasida sodir bo'ladigan reaksiyaning yo'nalishi o'zgarib, normal oksidlash potentsiallar jadvaliga asosan borishi kerak bo'lgan yo'nalishga teskari boradi.

Yuqorida aytilganlarni misollar bilan tushuntiramiz: hajmiy analizda mis quyidagi reaksiyaga asoslangan iodometrik usul bilan aniqlanadi:



Bu reaksiyada Cu^{+2}/Cu^+ ($E_0 = + 0,17v$) va $I_2 / 2I^-$ ($E_0 = + 0,54v$) juftlar ishtirok etadi. Bu juftlarning normal oksidlash potentsiallari qiymatiga binoan reaksiya quyidagi yo'nalishda borishi kerak edi:



Normal oksidlash potentsiallari qiymatlariga asoslangan mo'ljal bilan tajriba natijasining bir-biriga mos kelmasligi sababi shuki, CuI kam eruvchan bo'lgani uchun Cu^+ ionlarining konsentratsiyasi pasayadi va natijada $\text{Cu}^{+2}/\text{Cu}^+$ juftning oksidlash potentsiali anchagina o'zgaradi.

Darhaqiqat, agar Γ ionlarining eritmadagi konsentratsiyasini 10^{-1} g-ion/l deb qabul qilsak, CuI ning eruvchanlik ko'paytmasi

$E_{\text{Cu I}} = 10^{-12}$ ekanligini nazarda tutib, $[\text{Cu}^+]$ ni hisoblash oson:

$$[\text{Cu}^+] = 10^{-12}/[\text{I}^-] = 10^{-12}/10^{-1} = 10^{-11} \text{ g-ion/l}$$

Bu qiymat $E_{\text{Cu}^{+2}/\text{Cu}^+}$ uchun yozilgan tenglamaga qo'yilsa:

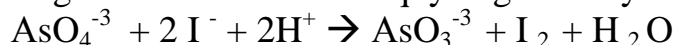
$$E_{\text{Cu}^{+2}/\text{Cu}^+} = 0,17 + \frac{0,058}{1} \lg \frac{[\text{Cu}^{+2}]}{10^{-11}} = 0,17 + 0,058 \lg [\text{Cu}^{+2}] - 0,058 \cdot (-11)$$

va oxirida $E_{\text{Cu}^{+2}/\text{Cu}^+} = 0,808 + 0,058 \lg [\text{Cu}^{+2}]$ hosil bo'ladi.

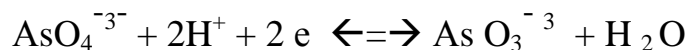
0,808 v $\text{I}_2 / 2 \Gamma$ juftning normal oksidlash potentsiali (+0,54 v) dan ortiq bo'lgani uchun ko'rilayotgan reaksiya juftlarining normal oksidlash potentsiallari qiymatlariga asoslangan yo'nalishda emas, balki ionlardan birining barqaror kompleks hosil qilishidan ham o'zgarishi mumkin.

Ma'lumki, ko'pincha oksidlash potentsiali qiymatiga vodorod ionlari konsentratsiyasi katta ta'sir ko'rsatadi, shuning uchun oksidlanish-qaytarilish jarayonlarining yo'nalishi ba'zan muhit pHining o'zgarishi bilan ham o'zgaradi.

Masalan: $\text{AsO}_4^{-3} / \text{AsO}_3^{-3}$ (+0,57 v) va $\text{I}_2 / 2 \text{I}^-$ (+0,54 v) juftlarning normal oksidlash potentsiallariga asosan ular orasida quyidagi reaksiya borishi kerak:



Bu juftlarning normal oksidlash potentsiali aniqlanadigan konsentratsiyalarda yuqoridagi reaksiya shu tarzda boradi. Reaksiya ortiqcha NaHCO_3 ishtirokida boradi, deb faraz qilaylik. NaHCO_3 eritma pH ini 8 qilib turadi. Bunda vodorod ionlari konsentratsiyasining 10^{-8} g-ion/l gacha kamayishi $\text{I}_2 / 2 \Gamma$ jufti potentsialiga ta'sir qilmaydi. Ammo bunday holda $\text{AsO}_4^{-3}/\text{AsO}_3^{-3}$ juftning potentsiali o'zgaradi, chunki bu juftda oksidlangan formaning qaytarilgan formaga o'tishi H^+ ionlari ishtirokida sodir bo'ladi:



Bu juftning oksidlash potentsiali quyidagi qiymatgacha kamayadi:

$$E_{\text{AsO}_4^{-3}/\text{AsO}_3^{-3}} = 0,57 + \frac{0,058}{2} \lg \frac{[\text{AsO}_4^{-3}](10^{-8})^2}{[\text{AsO}_3^{-3}]} = 0,57 - \frac{0,058 \cdot 16}{2} + \frac{0,058}{2} \lg \frac{[\text{AsO}_4^{-3}]}{[\text{AsO}_3^{-3}]}$$

$$E_{\text{AsO}_4^{-3}/\text{AsO}_3^{-3}} = 0,106 + \frac{0,058}{2} \lg \frac{[\text{AsO}_4^{-3}]}{[\text{AsO}_3^{-3}]}$$

Shunday qilib, eritmaga qo'shilgan NaHCO_3 ning vodorod ionlarini bog'lash reaksiyasi quyidagicha:



Bu xulosani quyidagicha umumlashtirish mumkin: agar reaksiya vaqtida H^+ ionlari sarf bo'lsa, bu reaksiyani kislotali muhitda olib borish kerak. Aksincha, agar reaksiya natijasida H^+ ionlari hosil bo'lsa, eritmaga ishqor yoki NaHCO_3 ga o'xshash moddalar qo'shish bilan H^+ ionlarini bog'lash kerak. H^+ ionlari konsentratsiyasi bilan OH^- ionlari konsentratsiyasi $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = K \text{H}_2\text{O}$ tenglama orqali o'zaro bog'langandir. Qancha OH^- ionlari sarf bo'lsa, shuncha H^+ ionlari hosil bo'ladi. Qancha OH^- ionlari hosil bo'lsa, shuncha H^+ ionlari sarf bo'ladi.

Muhokama uchun savollar:

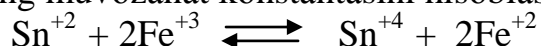
1. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali deb nimaga aytiladi? Eritmalarning oksidlash potentsialiga konsentratsiyaning ta'sirini qanday izohlaysiz?
2. Eritmaning oksidlash potentsialiga $[\text{H}^+]$ ionlari konsentratsiyasining ta'siri qanday reaksiyalarda kuzatiladi?
3. Oksidlanish-qaytarilish potentsialini aniqlash uchun Nernst tenglamasini yozing. $\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2}$ sistemaning potentsialini qanday oshirish yoki kamaytirish mumkin? Reaksiya tenglamasini yozing.

2-savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga oksidlarnish-qaytarilish reaksiyalari ham qaytar ekanligini, ular ham kimyoviy muvozanatga kelishi, qaysiki, oksidlovchi bilan qaytaruvchining oksidlash potentsiali bir-biriga teng bo'lganda muvozanat qaror topishi to'g'risida ma'lumot beradi.

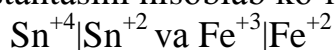
Identiv o'quv maqsadlari :

- 2.1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida oksidlovchining va qaytaruvchining oksidlash potentsiallarini tushuntiradi.
- 2.2. Qanday sharoitda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining kimyoviy muvozanatga kelishini izohlaydi.
- 2.3. Kimyoviy muvozanatdan kelib chiqadigan xulosalarni bayon qiladi.

2-asosiy savolning bayoni: Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining muvozanat konstantasi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari yo'nalishning qarama-qarshi tomonga o'zgarishi albatta bu reaksiyalarning qaytarilishidan dalolat beradi. Ma'lumki, qaytar reaksiyalar kimyoviy muvozanatning qaror topishiga olib keladi. Reaksiyada ishtirok etayotgan ikkala juftning normal oksidlanish potentsiallarini bilgan holda reaksiyaning muvozanat konstantasini hisoblash oson. Masalan:



Reaksiyaning muvozanat konstantasini hisoblab ko'ramiz. Birinchi navbatda



juftlarning oksidlash potentsiallari ifodasini yozib chiqamiz:

$$E_{\text{Sn}^{+4}|\text{Sn}^{+2}} = 0,15 + \frac{0,058}{2} \lg \frac{[\text{Sn}^{+4}]}{[\text{Sn}^{+2}]} \quad (1)$$

$$E_{\text{Fe}^{+3}|\text{Fe}^{+2}} = 0,77 + 0,058 \lg \frac{[\text{Fe}^{+3}]}{[\text{Fe}^{+2}]} \quad (2)$$

Bu tenglamalardan ko'rinib turibdiki, reaksiya natijasida Sn^{+4} va Fe^{+2} ionlari konsentratsiyasining oshishi hamda Fe^{+3} va Sn^{+2} ionlari konsentratsiyasining kamayishi bilan 1-juftning potentsiali asta-sekin ortadi. 2-juftning potentsiali esa kamayadi. Borib-borib ikkala potentsial tenglashib qoladi. Lekin potentsial orasida farq bo'lgan hollardagina elektron o'tishi mumkin. Bu farq yo'qolgandagina elektronlar o'tishi to'xtaydi.

Binobarin, $E_{\text{Sn}^{+4}|\text{Sn}^{+2}} = E_{\text{Fe}^{+3}|\text{Fe}^{+2}}$ bo'lganda muvozanat qaror topadi. Agar bu tenglamaga $E_{\text{Sn}^{+4}|\text{Sn}^{+2}}$ va $E_{\text{Fe}^{+3}|\text{Fe}^{+2}}$ ning (1) va (2) tenglamadagi qiymatlarini qo'ysak quyidagilarni hosil qilamiz:

$$0,15 + \frac{0,058}{2} \lg \frac{[\text{Sn}^{+4}]}{[\text{Sn}^{+2}]} = 0,77 + 0,058 \lg \frac{[\text{Fe}^{+3}]}{[\text{Fe}^{+2}]}$$

$$\text{Bundan: } \frac{0,058}{2} \lg \frac{[\text{Sn}^{+4}]}{[\text{Sn}^{+2}]} - 0,058 \lg \frac{[\text{Fe}^{+3}]}{[\text{Fe}^{+2}]} = 0,77 - 0,15$$

Hosil qilingan tenglamaning chap tomondagi ikkinchi hadni quyidagicha o'zgartirib yozish mumkin:

$$0,058 \lg \frac{[\text{Fe}^{+3}]}{[\text{Fe}^{+2}]} = \frac{0,058}{2} \lg \frac{[\text{Fe}^{+3}]}{[\text{Fe}^{+2}]} = \frac{0,058}{2} \lg \frac{[\text{Fe}^{+3}]^2}{[\text{Fe}^{+2}]^2} = \frac{0,058}{2} \lg \frac{[\text{Fe}^{+3}]^2}{[\text{Fe}^{+2}]^2}$$

Koeffitsiyentni qavsdan tashqariga chiqarish mumkin:

$$\frac{0,058}{2} (\lg \frac{[\text{Sn}^{+4}]}{[\text{Sn}^{+2}]} - \lg \frac{[\text{Fe}^{+3}]^2}{[\text{Fe}^{+2}]^2}) = 0,77 - 0,15$$

Bundan

$$\lg \frac{[\text{Sn}^{+4}] \cdot [\text{Fe}^{+2}]^2}{[\text{Sn}^{+2}] \cdot [\text{Fe}^{+3}]^2} = \frac{(0,77 - 0,15) \cdot 2}{0,058}$$

Logarifm ostidagi ifoda ayni reaksiyaning muvozanat konstantasidan iborat bo'lgani uchun

$$\lg K = \frac{(0,77 - 0,15) \cdot 2}{0,058} \approx 21$$

Bundan $K \approx 10^{21}$

Topilgan natija shuni ko'rsatadiki, Sn^{+4} va Fe^{+2} ionlarining muvozanat vaqtidagi konsentratsiyalari ko'paytmasi Sn^{+2} va Fe^{+3} ionlarining reaksiyaga kirishmay qolgan konsentratsiyalari ko'paytmasiga qaraganda 10^{21} marta ortiqdir.

Boshqacha aytganda, agar reaksiyaning muvozanat konstantasi katta qiymatga ega bo'lsa, bunday reaksiya amalda oxirgacha boradi.

Konsentratsiyalarning muvozanat vaqtida ekvivalent nuqtadagi $[Fe^{+2}]:[Fe^{+3}]$ va $[Sn^{+4}]:[Sn^{+2}]$ nisbatlarini hisoblash natijasida yuqoridagi keltirilgan xulosaning to'g'riligiga ishonch hosil qilish mumkin. Haqiqatdan ham $2Fe^{+3} + Sn^{+2} \rightleftharpoons 2Fe^{+2} + Sn^{+4}$ reaksiya tenglamasida ko'rinib turibdiki, $[Fe^{+3}]$ va $[Fe^{+2}]$ ning muvozanat vaqtida ekvivalent nuqtadagi molyar konsentratsiyalari $[Sn^{+2}]$ va $[Sn^{+4}]$ ning konsentratsiyalariga qaraganda ikki marta ortiq bo'lishi kerak.

$$\begin{aligned} [Fe^{+3}] &= 2[Sn^{+2}] \\ [Fe^{+2}] &= 2[Sn^{+4}] \end{aligned}$$

Bularning ikkinchisini birinchisiga bo'lib

$$\frac{[Fe^{+2}]}{[Fe^{+3}]} = \frac{[Sn^{+4}]}{[Sn^{+2}]};$$

ni hosil qilamiz, lekin biz yuqorida

$$K = \frac{[Fe^{+2}]^2 \cdot [Sn^{+4}]}{[Fe^{+3}]^2 \cdot [Sn^{+2}]} = 10^{21}$$

ekanligini topgan edik.

Bundan (3) tenglamani nazarda tutib ekvivalent nuqta uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$\frac{[Fe^{+2}]^2}{[Fe^{+3}]^2} = \frac{[Sn^{+4}]}{[Sn^{+2}]} = 10^{21} \quad K = [Fe^{+2}]^2 [Sn^{+4}] = 10^{21}$$

$$\frac{[Fe^{+2}]}{[Fe^{+3}]} = \frac{[Sn^{+4}]}{[Sn^{+2}]} = \sqrt[3]{10^{21}} = 10^7$$

Bu kattalik shuni ko'rsatadiki, muvozanat qaror topganidan keyin ekvivalent nuqtada eritmada qolgan har qaysi Sn^{+2} (yoki Fe^{+3}) ioniga 10 mln dona Sn^{+4} (yoki Fe^{+2}) ioni to'g'ri keladi. Masalan, agar ekvivalent nuqtada 0,1 g-ion Sn^{+4} hosil bo'lgan bo'lsa, eritmada 10^{-8} g-ion Sn^{+2} qoladi. Xuddi shuningdek, agar 0,2 g-ion Fe^{+2} hosil bo'lsa, $2 \cdot 10^{-8}$ g-ion Fe^{+3} reaksiyaga kirishmay qoladi. Demak, ayni reaksiya uchun dastlab olingan moddalarning deyarli hammasi ekvivalent nuqtada reaksiya mahsulotlariga aylanadi. Yuqorida ko'rib o'tilgan muvozanat konstantasi- K ning hisoblanishini umumlashtirib, har qanday qaytar oksidlanish-qaytarilish jarayoni uchun quyidagi tenglamani olamiz:

$$\lg K = \frac{(E_0 - E_0^-) \cdot n}{0,058}$$

Bu yerda E_0^{11} -reaksiyadagi qaytaruvchiga mansub bo'lgan juftning normal oksidlash potentsiali; E_0^- reaksiyadagi oksidlovchiga mansub bo'lgan juftning normal oksidlash potentsiali; n - elektronlar soni .

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, ikkala juftning normal oksidlanish potentsiallari orasidagi ayirma qanchalik katta bo'lsa, muvozanat konstantasi ham shunchalik katta bo'ladi.

Muhokama uchun savollar:

1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida oksidlovchi bilan qaytaruvchining oksidlanish potentsiali qanday o'zgaradi?
2. Oksidlovchining oksidlash potentsiali bilan qaytaruvchining oksidlash potentsiali o'zaro teng bo'lgan taqdirdagina kimyoviy muvozanat qaror topadi. Kimyoviy muvozanatni qanday qilib tezlatish mumkin?
3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridagi muvozanat konstantasi nimani bildiradi? Javobingizni misollar bilan izohlang.

3-asosiy savol bo'yicha dars maqsadi: Talabalarga oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida titrlash egri chiziqlari qanday hosil qilinishi, egri chiziqlar nimani bildirishini va ekvivalent nuqta atrofida eritmaning oksidlash potentsialining sakrash bilan o'zgarishi haqida tushuncha beradi.

Identiv o'quv maqsadlari :

- 3.1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida titrlash egri chiziqlarining mohiyatini tushuntiradi.
- 3.2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida titrlash jarayonida eritmaning oksidlash potentsiali qanday o'zgarishini izohlaydi.
- 3.3. Titrlash egri chizig'ini keltirib chiqarishda ekvivalent nuqtagacha va ekvivalent nuqtadan keyin eritmaning oksidlash potentsiali qanday hisoblanishini tushuntirib beradi.
- 3.4. Titrlash egri chizig'ini keltirib chiqarishda ekvivalent nuqtadagi eritmaning oksidlash potentsialini hisoblash formulasini keltirib chiqadi.

3- savolning bayoni:

Oksidlanish-qaytarilish metodidagi titrlanish egri chiziqlari.

Oksidimetrik titrlashda reaksiyaga kirishayotgan modda yoki ionlar konsentratsiyasi har doim o'zgarib turadi. Xuddi neytrallash metodidagi titrlashda eritma pH ining o'zgarishi kabi eritmaning oksidlash potentsiali ham (E) o'zgarib borishi kerak. Agar titrlashning turli momentlariga muvofiq keladigan oksidlash potentsiallari qiymatlari grafikka qo'yilsa, xuddi neytrallash metodida olingan egri chiziqlar va o'xshash titrlash egri chiziqlari olinadi. Misol tariqasida ikki valentli temir tuzini kislotali muhitda kaliy permanganat bilan titrlash egri chizig'ini hisoblash va tuzishni ko'rib chiqaylik. Bu reaksiyaning ion tenglamasi quyidagicha:



Reaksiya qaytar bo'lganligi tufayli reaksiya uchun olingan dastlabki moddalar bilan reaksiya mahsulotlari har doim eritmada aralashgan holda bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda titrlashning har bir momentida ikkita oksidlanish-qaytarilish jufti $\text{Fe}^{+3}|\text{Fe}^{+2}$ va $\text{MnO}_4^-|\text{Mn}^{+2}$ ishtirok etadi. Binobarin, E ning qiymatini hisoblash uchun quyidagi ikkita tenglamadan foydalanish mumkin

$$E = 0,77 + 0,058 \lg \frac{[\text{Fe}^{+3}]}{[\text{Fe}^{+2}]} \quad (1)$$

$$E = 1,51 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[\text{MnO}_4^-][\text{H}^+]^8}{[\text{Mn}^{+2}]} \quad (2)$$

Ikkala tenglama ham bir xil natija beradi. Ularning ikkalasidan ham foydalanish mumkin. Odatda qaysi biri qulay bo'lsa, shunisidan foydalaniladi. Ikki valentli temirning hammasi titrlanib bo'lmasdan avval titrlashning har qaysi momenti uchun Fe^{+3} va Fe^{+2} ionlari konsentratsiyasini hisoblab topish juda oson. Lekin, (reaksiyaning qaytarligi uchun) reaksiyaga kirishmay eritmada qolgan MnO_4^- ionlari konsentratsiyasini hisoblab chiqarish ancha qiyin. Shuning uchun bu holda (1) tenglamadan foydalanish ancha qulay. Agar permanganat ortiqcha miqdorda olingan bo'lsa, eritmada MnO_4^- va Mn^{+2} ionlari konsentratsiyasini hisoblash oson, reaksiyaga kirishmay qolgan Fe^{+2} ionlari konsentratsiyasini hisoblash qiyin. Shuning uchun bunday holda E (2) tenglamadan foydalanib, hisoblandi.

100 ml FeSO_4 eritmasiga xuddi o'shanday normalikka ega bo'lgan KMnO_4 eritmasidan 50 ml qo'shilgan momentdagi oksidlash potensialini hisoblaymiz. Bu momentda 100 ml eritma tarkibidagi Fe^{+2} ionlarining 50% i Fe^{+3} ionlariga aylanadi. Shuning uchun quyidagicha yozish mumkin:

$$E = 0,77 + \frac{0,058}{1} \lg \frac{50}{50} = 0,77 \text{ v}$$

FeSO_4 ni titrlash egri chizig'idagi ekvivalent nuqtaga erishish uchun 0,1 ml KMnO_4 yetmagan va ekvivalent nuqtadan 0,1 ml KMnO_4 ortib ketgan nuqtalar alohida ahamiyatga ega. Chunki ular ekvivalent nuqta yaqinidagi potensialning keskin o'zgarish qiymatini aniqlaydi. Birinchi nuqtaning potensial qiymatini hisoblab chiqamiz. Bu nuqtadan eritmaga 99,9 ml, ya'ni reaksiya tenglamasi bo'yicha zarur miqdorga qaraganda 0,1 ml kam KMnO_4 qo'shilgani uchun eritmada faqat 0,1 ml Fe^{+2} ionlari oksidlanmay qoladi. Dastlabki olingan eritmaning 99,9 ml dagi Fe^{+2} ionlarining hammasi oksidlanib Fe^{+3} ga aylanadi. Binobarin, bu moment uchun

$$E = 0,77 + 0,058 \lg 99,9 = 0,944 \text{ V} \quad \text{bo'ladi.}$$

Endi E ning keskin o'zgarish oxiridagi ya'ni, 100,1 ml permanganat eritmasi qo'shilgan momentdagi qiymatini hisoblab topamiz. 100,1 ml permanganat eritmasining 100 ml i Fe^{+2} ionlari bilan reaksiyaga kirishadi, ya'ni MnO_4^- ionlari Mn^{+2} ga aylanadi. Eritmada faqat ortiqcha qo'shilgan 0,1 ml hajmdagi MnO_4^- ionlari qoladi. Binobarin, bu momentdagi

$[\text{MnO}_4^-] : [\text{Mn}^{+2}]$ nisbat 0,1 : 100 ga teng va

$$E = 1,51 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{0,1 \cdot [\text{H}^+]^8}{100} \quad \text{bo'ladi.}$$

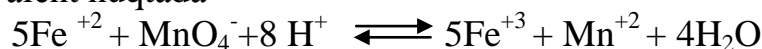
Agar eritmadagi H^+ ionlarining konsentratsiyasini 1 g-ion/l ga teng deb olsak, quyidagi qiymatni olamiz:

$$E = 1,51 + \frac{0,058}{5} \lg 10^{-3} = 1,475 \text{ b}$$

Nihoyat E ning ekvivalent nuqtadagi qiymatini hisoblaymiz. Buning uchun yuqorida keltirilgan (1) va (2) ifodalardagi logarifm belgilari oldidagi koeffitsiyentlarni tenglashtiramiz, ya'ni (2) tenglamani 5 ga ko'paytiramiz. So'ngra ikkala tenglamani bir-biriga hadma-had qo'shamiz.

$$\begin{aligned} E &= 0,77 + 0,058 \lg \frac{[\text{Fe}^{+++}]}{[\text{Fe}^{++}]} \\ 5E &= 5 \cdot 1,51 + 0,058 \lg \frac{[\text{MnO}_4^-]}{[\text{Mn}^{++}]} \\ 6E &= 0,77 + 5 \cdot 1,51 + 0,058 \lg \frac{[\text{Fe}^{+++}] \cdot [\text{MnO}_4^-]}{[\text{Fe}^{++}] \cdot [\text{Mn}^{++}]} \end{aligned} \quad (3)$$

Ekvivalent nuqtada



reaksiya tenglamasiga muvofiq miqdordagi MnO_4^- ionlari eritmaga qo'shiladi va muvozanat qaror topganda eritmada ham har qaysi MnO_4^- ioniga 5 ta Fe^{+2} ioni to'g'ri keladi.

Binobarin, ekvivalent nuqtada Fe^{+2} ionlarining molyar konsentratsiyasi MnO_4^- ionlarining konsentratsiyasidan 5 marta ortiqdir, ya'ni $[\text{Fe}^{+2}] = 5[\text{MnO}_4^-]$. Xuddi shuningdek ekvivalent nuqtada $[\text{Fe}^{+3}] = 5[\text{Mn}^{+2}]$ ekanligini ham topamiz.

Bu tenglikning ikkinchisini birinchisiga bo'lsak, quyidagi hosil bo'ladi:

$$\frac{[\text{Fe}^{+3}]}{[\text{Fe}^{+2}]} = \frac{[\text{Mn}^{+2}]}{[\text{MnO}_4^-]} \quad \text{va} \quad \frac{[\text{Fe}^{+3}]}{[\text{Fe}^{+2}]} \cdot \frac{[\text{MnO}_4^-]}{[\text{Mn}^{+2}]} = 1$$

$\lg 1 = 0$ bo'lganligi uchun (3) tenglamadan $6E = 0,77 + 5 \cdot 1,51$ va

$$E = \frac{0,77 + 5 \cdot 1,51}{6} = 1,387 \text{ V ekanligini topamiz.}$$

Umuman agar reaksiya uchun olingan oksidlovchi va qaytaruvchiga muvofiq keladigan juftlarning normal potentsiallari E_o' va E_o'' ularning reaksiya tenglamasidagi stexiometrik koeffitsiyentlari esa a va b bo'lsa eritmaning ekvivalent nuqtadagi oksidlash potentsiali quyidagicha bo'ladi:

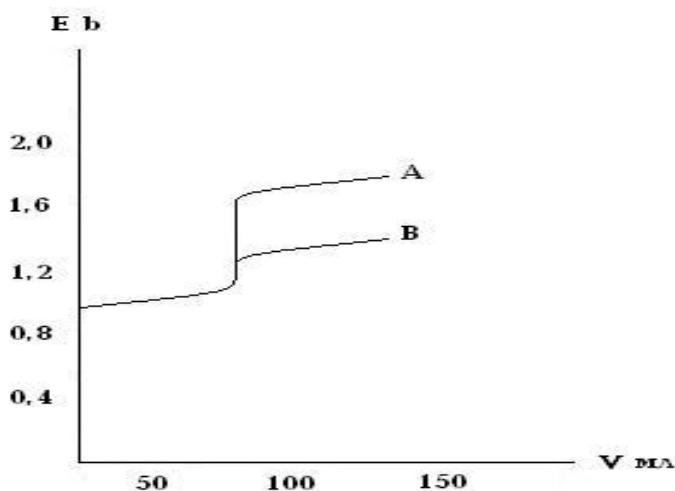
$$E = \frac{bF_c^1 + aF_o^{11}}{a + b}$$

Ko'rilayotgan titrlash egri chizig'ini hisoblash natijalari jadvalda keltirilgan. Egri chiziqning o'zi esa rasmda berilgan. 0,1 N FeSO_4 ni 0,1 N NH_4VO_3 bilan titrlaylik. Har ikkala eritmaning hajmi 100 ml deb olaylik.

4-jadval

$Fe^{+2} + V^{+5} = Fe^{+3} + V^{+4}$ qo'shilgan VO_3^-	Sistemaning potensialini aniqlovchi ionlar konsentratsiyasi nisbati	$E_x = E_0 = 0,058 \lg \frac{[Ox]}{[red]}$	E
0	$\frac{[Fe^{+3}]}{[Fe^{+2}]} = 0,01/100 = 10^{-2}$	$0,77 + 0,058 \lg 10^{-4}$	0,53
1	$\frac{[Fe^{+3}]}{[Fe^{+2}]} = 1/100 = 10^{-2}$	$0,77 + 0,058 \lg 10^{-2}$	0,65
9	$9:91 = 10^{-1}$	$0,77 + 0,058 \lg 10^{-1}$	0,71
50	$50:50 = 1$	$0,77 + 0,058 \lg 1$	0,77
91	$91:9 = 10$	$0,77 + 0,058 \lg 10$	0,83
99	$99:1 = 100$	$0,77 + 0,058 \lg 10^2$	0,89
100	$\frac{[Fe^{+3}]}{[Fe^{+2}]} = \frac{[V^{+5}]}{[V^{+4}]}$	$E_{ox}^0 + E_{red}^0 = \frac{0,77 + 1,2}{2}$	0,99
101	$\frac{[V^{+5}]}{[V^{+4}]} = 1:100$	$1,2 + 0,058 \lg 10^{-2}$	1,08
110	$\frac{[V^{+5}]}{[V^{+4}]} = 10:100$	$1,2 + 0,058 \lg 10^{-1}$	1,14

Titrlash sakramasi $1,08 - 0,89 = 0,19$ v. Demak, bu misolda potentsiali (0,89–1,08) oraligida o'zgaradigan indikatorlar olish kerak.



3-rasm. Har xil sistemalarning titrlash sakramasi.

Sistema	Titrlash sakramasi
$A - 0,1HFe^{+2} + MnO_4^-$	$1,47 - 0,94 = 0,53e$
$B - 0,1HFe^{+2} + VO_3^-$	$1,08 - 0,89 = 0,19e$

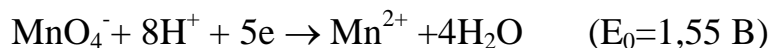
Potensiallar farqi qancha katta bo'lsa, titrlash sakramasi ham shuncha katta bo'ladi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining sinflanishi.

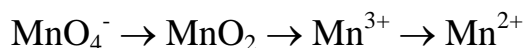
Oksidlovchi va qaytaruvchiga qarab oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari bir necha usullarga bo'linadi:

1. **Permanganometriya.** Bunda ishchi eritma sifatida $KMnO_4$ ning 0,02 yoki 0,05 N eritmalari ishlatiladi.

Titrlash kislotali, neytral va ishqoriy muhitlarda o'tkaziladi. Kislotali muhitda titrlanganda MnO_4^- ion Mn^{2+} iongacha

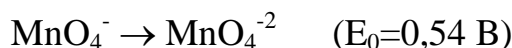


qaytariladi. Ushbu reaksiya davomida marganetsning qaytarilishi

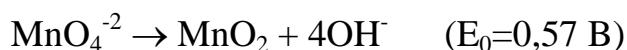


bosqichlar orqali o'tadi.

Ishqoriy muhitda oldin



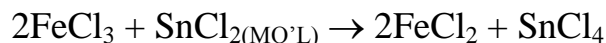
va keyin



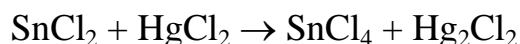
reaksiya sodir bo'ladi. Ekvivalent nuqtasigacha permanganat eritmasining rangsizlanishi kuzatilib, oxirgi nuqtada eritma permanganatning pushti rangiga bo'yaladi.

Kislotali muhitda permanganat ta'siridan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, H_2O_2 , H_3AsO_3 , HJ , H_2SO_3 , H_2S , HNO_2 , $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, S_2O_3 , SCN^- , Fe^{2+} , V^{2+} , Ti^{3+} , Ce^{3+} , Mn^{2+} , Cr^{3+} , TI^+ va boshqalar, ishqoriy muhitda formiat, yodid, yodat, tsianid, rodanid va qator organik birikmalar oson oksidlanadi. Permanganat kuchli oksidlovchidir, shuning uchun eritmada xlorid ioni bo'lsa, xloridning oksidlanishi tufayli xato yuzaga keladi. Shu bois bu usul tarkibida xlorid bo'lgan moddalarni aniqlashda qo'llanilmaydi. Permangonometriya usulidan oksidlovchilarni aniqlash uchun ham foydalanadilar. Bu holda oksidlovchi biror qaytaruvchi ta'siridan qaytarilgan shaklga keltirilishi kerak.

Masalan,



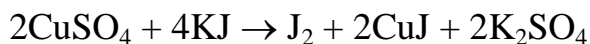
ortiqcha miqdor SnCl_2 simob (II) xlorid ta'sirida oksidlanadi:



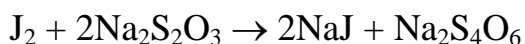
Hosil bo'lgan kalomel (Hg_2Cl_2) titrlashga deyarli ta'sir etmaydi. Dixromatni aniqlash uchun eritmaga Mor tuzi eritmasidan mo'l miqdor qo'shib, ortgan temir (II) ioni permanganat bilan titrlanadi va h.k..

2. **Yodometriya.** Bu usulda ishchi eritmaları sifatida J_2 ning KJ dagi 0,1 N va $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ning 0,1; 0,05 N eritmaları ishlatiladi. Yod bilan kislotali, neytral yoki kuchsiz asosli muhitlarda ham titrlash mumkin. Kuchli ishqoriy muhitda

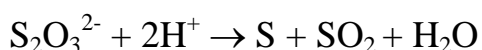
yodometik titrlashning imkoni yo'q, chunki yod ishqor bilan ta'sirlashib gipoyodit hosil qiladi. Yodometriyada titrlashning oxirgi nuqtasi kraxmal yordamida topiladi. Kraxmal yod bilan rangli eritma hosil qilishini oldin aytgan edik, gipoyodit bilan esa rangli birikma hosil bo'lmaydi. Bu usulda oksidlarni aniqlash uchun eritmaga kaliy yodidning 10-15% li eritmasi qo'shiladi, natijada erkin yod ajralib chiqadi:



Reaksiyada ajralib chiqqan yod natriy tiosulfatning standart eritmasi yordamida kraxmal ishtirokida titrlanadi:

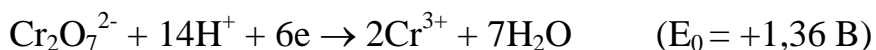


Shuning uchun ham, ko'pincha, natriy tiosulfat eritmasi ishchi eritma hisoblanadi. Mazkur reaksiyalarda sistemaning potentsiali pH ga bog'liq emas. Shu bois, natriy tiosulfat kuchli kislotali muhitdan to pH=9 bo'gan qiymatgacha qo'llanilishi mumkin. Natriy tiosulfat eritmasi ancha barqaror (erigan kislorod uni sekin oksidlaydi) bo'lib, bu modda kuchli qaytaruvchi sanaladi. Biroq, natriy tiosulfatni kuchli mineral kislotalar



va ayrim bakteriyalar parchalaydi. Kraxmal sovuq suvda yomon eriganligi uchun uni suvda qizdirganda, kolloid eritma hosil bo'ladi. Kraxmalning sezuvchanligi uncha yuqori bo'lmasa-da, sezuvchanlikni kaliy yodid ishtirokida oshirish mumkin. Yod molekulasi kraxmalidan hosil bo'ladigan dekstrinlarning ichida "qolib ketadi" va molekuladagi yod atomlari orasidagi masofa 2,66 E o'rniga 3,06 E bo'ladi, oqibatda bu "yodli kraxmal" nurni 340⁰C da hosil bo'ladigan yod bug'laridan ko'ra bir necha ming marta ortiq yutadi, natijada, rang paydo bo'ladi. Kraxmal ayrim oksidlovchilarni qaytarishi ham mumkin, shu bois, u titrlashning oxirida solinadi. Issiq eritmalarda kraxmalning sezuvchanligi past bo'lganligi uchun titrlash sovuq eritmalarda o'tkaziladi.

3. **Dixromatometriya** yoki **xromatometriya** da ishchi eritma sifatida K₂Cr₂O₇ ning 0,5 va 0,1 N eritmasi ishlatiladi. K₂Cr₂O₇ 2 marta qayta kristallangandan so'ng birlamchi standart bo'la oladi. Dixromat bilan biror qaytaruvchi titrlanayotgan bo'lsa, Cr₂O₇⁻² ion xrom (III) ionigacha qaytariladi:



Bu reaksiyada hosil bo'gan yashil (sharoitga mos ravishda binafshagacha) rangli xrom (III) ion ham, dixromat ion ham oxirgi nuqtani aniqlashga imkon bermaydi. Shuning uchun ham indikator sifatida definilamin yoki fenilantranil kislota eritmaları ishlatiladi. Definilamin indikatorini dixromat ta'siridan 0,76 B potentsialda oksidlanadi, uning oksidlanish potentsiali aniqlanadigan moddaning

potensialiga yaqin bo'lishi kerak. Shunda aniqlik yuqori bo'ladi. Xromatometriya usuli, amalda, permanganat singari keng qo'llaniladigan usuldir.

Bu usullardan tashqari serimetriya (ishchi eritmasi $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$, 0,1 N), bromatometriya (ishchi eritmasi KBrO_3 ning 0,1 N eritmasi) va boshqalar ishlatiladi.

Muhokama uchun savollar:

1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida titrlash egri chizig'ini hosil qilishda ekvivalent nuqtadan keyin eritmaning oksidlash potentsiali qanday hisoblanadi?
2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida titrlash egri chizig'ining mohiyati nimadan iborat?
3. Oksidimetrik analiz usulining afzalliklari nimada?
4. Oksidimetriyada qanday indikatorlar ishlatiladi va ularning o'rni?
5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining o'ziga xos xususiyatlari nimada?

5- mavzu bo'yicha mustaqil ish topshiriqlari. Oksidlanish-qaytarilish (redoksimetriya) metodlari

5.1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining mohiyati. Oksidlanish-qaytarilish usullarining qanday sinflari mavjud va ular nimalarga asoslangan?

A) Permanganatometriya;

B) Yodometriya;

C) Dixromatometriya yoki xromatometriya usullari.

Har bir usulga alohida tavsif bering, tegishli reaksiya tenglamalarini yozing.

5.2. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali nima? Uning konsentratsiya va eritma pH iga bog'liqligi.

5.3. Titrlashning egri chizig'ini hosil qilish uchun ekvivalentlik nuqtasigacha, ekvivalentlik nuqtada va undan keyin potentsiallar qanday hisoblanadi?

5.4. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qanday konsentratsiyali va qaysi ish eritmalari ishlatilishi va sharoitlarini tavsiflab bering.

5.5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida oksidlovchilarni aniqlash tartibini misollar yordamida izohlang.

5.6. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qaytaruvchilarni aniqlash tartibini misollar yordamida izohlang.

5.7. Oksidlanish-qaytarilish potentsialini aniqlash uchun Nernst tenglamasini yozing. $\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2}$ sistemaning potentsialini qanday oshirish yoki kamaytirish mumkin? Reaksiya tenglamasini yozing.

5.8. 0,1 N FeSO_4 eritmasini 0,1 N KMnO_4 bilan $[\text{H}^+] = 1 \text{ mol/l}$ bo'lganda titrlash egri chizig'ini chizing.

5.9. Redoks indikatorlar nima? Redoks indikatorlarga qo'yiladigan talablar, ularning o'zgarish sohasini qanday topiladi va uning mohiyati nimaga asoslangan?

5.10. Temir bo'yicha titri 0,002654 bo'lgan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritmasidan 500 ml tayyorlash uchun necha gramm qayta kristallangan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ kerak?

Asosiy xulosalar: Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining kerakli yo'nalishda siljish darajasini oydinlashtirish uchun oksidlovchi va qaytaruvchi o'rtasida muvozanat holati vujudga kelishi mumkinligini nazarda tutish kerak.

Redoksimetriya metodlarida ekvivalent nuqtani belgilash bir qator hollarda titrant rangi sezilarli darajada o'zgarsa indikatorsiz amakga oshirilishi mumkin.

Kerakli adabiyotlar:

1. Alekseyev V.N. «Miqdoriy analiz». T., «O'qituvchi», 1975- yil, 357-375-betlar.
2. Mirkomilova M. «Analitik kimyo». T., «O'zbekiston», 2002-yil, 229-245-betlar.
3. Rasulov K.R. «Analitik kimyo». T., G'.G'ulom nomidagi NMIU, 2004-yil, 440-448-betlar.
4. Fayzullayev O. «Analitik kimyo». S., SamDU nashri, 2000-yil, 186-190-betlar.

Laboratoriya mashg'ulotlari

Miqdoriy analizda qo'llaniladigan laboratoriya jihozlari va idishlar

Dars maqsadi: Talabalarni miqdoriy analizda qo'llaniladigan eng zarur laboratoriya jihozlari va idishlari, ular bilan ishlashda ko'riladigan ehtiyot choralari bilan tanishtiriladi.

Identiv o'quv maqsadlari :

1. Laboratoriyada ishlash qoidalari, texnika xavfsizligi qoidalarini o'zlashtiradi.
2. Miqdoriy analizda qo'llaniladigan laboratoriya jihozlari va idishlarning vazifasini tushuntiradi.
3. Kimyoviy idishlarni yuvish tartibini izohlaydi.

Miqdoriy analiz bo'yicha laboratoriya ishlarini bajarish uchun maxsus jihozlar va shuningdek, kimyoviy idishlar kerak bo'ladi. Ko'pgina tajribalarni bajarishda qizdirish asboblardan foydalaniladi. O'quv laboratoriyalari gaz bilan ta'minlangan bo'lsa, 1500⁰ C gacha harorat beradigan Teklyu gorelkasidan foydalaniladi.

Olingan cho'kmalarni qizdirish va doimiy massaga keltirishda 800-1000⁰ C gacha issiqlik beradigan mufel pechlari ishlatiladi.

Cho'kmalar, byukslar va turli idishlar elektr isitgich va haroratni avtomatik boshqaruvchi bilan ta'minlangan quritish shkafida quritiladi.

Miqdoriy analizda qo'llaniladigan idishlar shishaning maxsus navlaridan tayyorlanib, bu idish kimyoviy ta'sirga chidamli, ya'ni kislota va ishqorlar bilan ta'sirlashmaydi, haroratning keskin o'zgarishiga chidamlidir.

Idishlar quyidagilar: kimyoviy stakanlar, voronkalar, soat oynalari, byukslar, yuvgichlar, eksikator, o'lchov silindrlari, o'lchov kolbalari, pipetkalar, byuretkalar, chinni kosacha va tigellar.

Shisha byukslar-shlifli qopqoqqa ega bo'lgan stakanchalar bo'lib, havoda o'zgaradigan (gigroskopik yoki uchuvchan) moddalarni saqlash va tortish uchun xizmat qiladi.

Eksikator-shlifli qopqoqqa ega bo'lgan idish. Qopqoq tegib turadigan qismlariga vazelin surkaladi. Eksikatorning o'rtasida tigellar joylashtiriladigan teshiklari bo'lgan tokchasi bo'lib, eksikatorning pastki qismini namni tortuvchi modda, odatda qizdirib, suvsizlantirilgan CaCl_2 bilan to'ldiriladi. Eksikatorda qizdirilgan byuks yoki tigellar sovutiladi, gigroskopik moddalar saqlanadi, ba'zi moddalar sekin quritiladi. Eksikator qopqog'ini ochish uchun eksikator chap qo'l bilan ushlanib, qopqog'i o'ng qo'l bilan gorizontol holda bir tomonga suriladi, shunda qopqoq oson ochiladi. Eksikatorni bir joydan boshqa joyga o'tkazishda uning qopqog'i bosh barmoqlar bilan zich siqilgan holda ko'tariladi.

Byuretkalar titrlash uchun xizmat qiladi va silindrsimon tuzilishdagi nay bo'lib, bir uchi ingichka qilib cho'zilgan bo'ladi. Unga rezina nay orqali uchi ingichka qilib cho'zilgan shisha nay ulanadi. Byuretkalar bilan bilan titrlashga sarf bo'lgan eritmalar hajmi o'lchanadi. Hajmi asosan 25 va 50 ml li bo'ladi.

Byuretkalar ishlash vaqtida shtativning qisqichiga vertikal tarzda o'rnatiladi. Byuretkadan foydalanish oldidan uni yaxshilab yuviladi. Toza yuvilgan byuretkaning ichki devorida suv tomchilari ushlanib qolmasligi kerak aks holda idish toza hisoblanmaydi. Byuretkada toza yuvilgach, uni ishlatiladigan eritma bilan 2-3 marta chayiladi, bunda eritma byuretkaning pastki qismidan chiqarib yuboriladi. So'ng byuretkani shtativga o'rnatib, voronka orqali eritma bilan nol nuqtasidan biroz yuqoriroqqacha to'latiladi. Agar byuretkaning pastdagi kapillyar nayida havo pufaklari bo'lsa, ularni yo'qotish lozim. Buning uchun kapillyar nay uchi yuqoriga ko'tarilib, nay orqali byuretkadagi eritma o'tkaziladi, shunda havo pufagi yo'qoladi. Shundan keyin byuretkadagi eritma nol belgisigacha to'lg'iziladi. Har bir titrlashni faqat nol nuqtasidan boshlab o'tkazilishi kerak. Binobarin, bir titrlashdan ikkinchi titrlashga o'tishda, albatta, byuretkadagi ayni eritmadan yana qo'shimcha qo'yilib nol nuqtasigacha yetkaziladi.

Miqdoriy analizning natijalari ko'pincha qo'llaniladigan idishlarning tozaligiga bog'liqdir. Shu sababli analizni boshlashdan oldin idishlarni tozalab yuvish talab qilinadi. Shisha idish toza yuvilgan bo'lsa, uning ichki devoridan suv tekis, tomchilar qoldirmay oqib tushadi. Tomchilarning devorda ushlanib qolishi, yuzaning yog' bilan ifloslanganligini bildiradi. Idishlar vodoprovod suvi bilan yuvilganda toza bo'lmasa, ularni sovunning issiq suvdagi eritmasi yoki soda eritmasi bilan yuviladi, so'ng vodoprovod suvi bilan yuviladi. 1-2 marta distillangan suv bilan chayib, kerak bo'lsa quritiladi.

Bu usullar bilan idish devoridagi yog'ni yo'qotib bo'lmasa, idishni xromli aralashma ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ning konsentrlangan H_2SO_4 dagi eritmasi) bilan to'lg'izilib, biroz kutiladi. So'ng xromli aralashma qaytadan o'z idishiga quyilib, yuvilayotgan idish vodoprovod suvi bilan yaxshilab yuviladi, distillangan suv bilan me'yorida chayiladi.

Kimyoviy idishlarni qaynoq suv bug'i bilan bug'lash ham yaxshi natija beradi. Buning uchun voronkasi bo'lgan oddiy kolbadan foydalansa bo'ladi. Kolbadagi suvning bir tekis qaynashi uchun unga 3-4 dona chinni bo'laklari

tashlab qo'yiladi. Bug'lanishni shisha idishning devori tiniq holga etganda tamom bo'ldi. deb hisoblash mumkin. Bordiyu idishning ichki devorlarida oqib tushmaydigan suv tomchilari turib qolsa, idishni yana yuvuvchi eritma bilan qayta yuvilib, bug'lashni takrorlanadi.

Chinni idishlar ham shu taxlitda yuvilib, so'ng ishlatiladi.

№1

Bariy xlorid kristallogidрати tarkibidagi kristallizatsion suvni aniqlash.

Ajratilgan vaqt-4 soat

Dars maqsadi: Talabalarni isitish asboblari bilan tanishtiriladi hamda talabalarga kristallogidratlar tarkibidagi qizdirilganda oson yo'qotiladigan kristallizatsion suv miqdorini aniqlash, tajriba natijalarining hisobotini tuzish yo'llari haqida ma'lumot beriladi.

Identiv o'quv maqsadlari :

1. Laboratoriyada tarozi, quritish jihozlari bilan ishlash qoidalarini o'zlashtiradi.
2. Kristallogidratlar, kristallizatsion suv haqida ma'lumot beradi.
3. Kristallizatsion suvni yo'qotish uchun kerak bo'ladigan harorat chegaralarini izohlaydi.
4. O'rtacha namuna olish va uni analizga tayyorlash izchilligini o'zlashtiradi.
5. Tajribani bajaradi va hisobot topshiradi.

Kerakli asbob va reaktivlar: Quritish shkafi, analitik tarozi, byukslar, qisqich, eksikator, termometr, $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kristallogidрати.

Analizni bajarish tartibi:

Tortma analiz bo'yicha nisbatan oson ishlardan kristallogidratlar tarkibidagi qizdirilganda oson yo'qotiladigan kristallizatsion suv miqdorini aniqlashdir.

Modda tarkibidagi kristallizatsion suv kristallogidratni doimiy massaga qadar quritish yo'li bilan aniqlanadi. Oksalat kislotasi $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ quritiladigan harorat $110-112^\circ\text{C}$; $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ uchun $120-125^\circ\text{C}$; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ uchun $140-150^\circ\text{C}$ va hokazo.

- 1) **Tortim olish.** Tozalab yuvilgan byuks quritish shkafida quritiladi, so'ngra eksikatorda sovutib (byuks qopqog'i ochiq holda quritiladi va sovutiladi), analitik tarozida massasini o'lchanadi. Tortish vaqtida byuks qopqog'i bekitilgan bo'lishi kerak. Byuksning massasi doimiy massaga kelguncha bu ish takrorlanadi. So'ng qayta kristallab tozalangan va havoda quritilgan bariy xlorid kristallogidratidan 1,5 g texno-kimyoviy tarozida tortib olib, uni massasi aniq o'lchangan byuksga solinadi. Shundan so'ng byuks

qopqog'i bekitilib, analitik tarozida 0 dan keyingi to'rtta belgigacha aniqlik bilan tortiladi.

- 2) **Quritish.** Kristallogidrat solingan byuksning qopqog'i olinib, qirradi bilan byuks og'ziga ko'ndalang qo'yiladi. Qo'yishda byuks tagiga bir varaq qog'oz to'shaladi. Shunday holatda byuksni quritish shkafida 120-125⁰C haroratda 1,5-2 soat qoldiriladi. Shu vaqt o'tgach byuksni qopqog'i bilan qisqich yordamida eksikatorga joylashtiriladi. Byuks eksikatorida 20 minut sovugach, qopqog'i bekitilib, analitik tarozida tortiladi. So'ng byuks yana quritish shkafiga birinchi galdagidek joylashtirilib 1 soat qoldiriladi, eksikatorida qaytadan sovutilib yana tortiladi. Agar ikkinchi tortishdagi byuks massasi birinchi tortishdagi massadan 0,0002 grammdan ko'p farq qilmasa, bunda kristallizatsion suv to'liq yo'qotilgan bo'ladi. Agar massalar orasidagi farq 0,0002 grammdan ancha ko'p bo'lsa, u holda quritishni doimiy massa olinguncha davom ettiriladi. Qayta tortishdagi qiymatlar talabning laboratoriya ish daftoriga yozib boriladi.
- 3) **Hisoblash.** Analitik tarozida tortish natijalari va analizning bajarilishi tartibi mashg'ulotlar daftoriga yozib boriladi, so'ngra olingan natijalarga asoslanib hisoblash bajariladi.

Yozish tartibi:

Kristallogidratni quritishga qadar o'lchashlar

1. Byuksning birinchi tortishdagi massasi-----12,4234 g
2. Byuksning ikkinchi tortishdagi massasi-----12,4232 g
3. Byuksning doimiy massasi-----12,4232 g
4. Byuksning BaCl₂ · 2H₂O bilan massasi-----13,9602 g
5. BaCl₂ · 2H₂O tortimi massasi-----1, 5368 g.

Kristallogidratni quritish jarayonidagi o'lchashlar

1. Byuksning modda bilan birinchi quritishdagi massasi-13,7352 g
2. Byuksning modda bilan ikkinchi quritishdagi massasi-13,7342 g
3. Byuksning modda bilan uchinchi quritishdagi massasi-13,7340 g
4. Byuksning modda bilan birinchi quritilgach doimiy massasi-13,7340 g.

Tortimdagi kristallizatsion suvning protsent miqdori

$$13,9602 \text{ g} - 13,7340 = 0,2262 \text{ g}$$

$$1,5368 \text{ g BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O tarkibida} \text{---} 0,2262 \text{ g H}_2\text{O bor}$$

$$100 \text{ g BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O tarkibida} \text{---} m \text{ g H}_2\text{O bor}$$

$$m = 0,2262 \cdot 100 / 1,5368 = 14,72 \text{ g yoki } 14,72\%$$

O'tkazilgan analizning to'g'riligini tekshirib ko'rish

Kristallizatsion suvning topilgan qiymati kristallgidrat tarkibidagi nazariy hisoblangan suv miqdori bilan solishtiriladi.

244,3 g $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tarkibida---- 36,03 g H_2O bor
100 g $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tarkibida---- m g H_2O bor

$$m = 36,03 \cdot 100/244,3 = 14,75 \text{ g yoki } 14,75\%$$

Analizning absolyut xatosi $14,72 - 14,75 = 0,03\%$ ni tashkil etadi. Analizning nisbiy xatosi quyidagicha topiladi:

$$D = (-0,03) \cdot 100/14,75 = -0,20\%$$

Bu xato tortish paytida qilingan xatodan iborat. Analiz hisobi nazariy hisoblashdan (absolyut xato) $\pm 0,05\%$ dan oshmasa, u to'g'ri bajarilgan hisoblanadi.

Nazorat topshiriqlari:

1. Miqdoriy analizda qo'llaniladigan isitish jihozlarini tavsiflab bering.
2. Pipetkalar va byuretkalar nima uchun xizmat qiladi, ulardan foydalanish qoidasi qanday?
3. Kimyoviy idishlarni yuvish tartibini tushuntiring.
4. Tekshiriladigan moddadan tortim olishda nimalarga asoslaniladi?
5. Qaysi hollarda kristallgidratlar havoda shamollanib suvining bir qismini yo'qotadi?
6. Kristallgidratlarni ozmi-ko'pmi yuqoriroq haroratda qizdirilganda nima uchun ular tegishli suvsiz tuzlar hosil qilish bilan parchalanadi?
7. Kristallogidratlar tarkibidagi kristallizatsion suvning miqdori qanday aniqlanadi? Bu vaqtda modda og'irligining o'zgarmay qolishi nimani ko'rsatadi?
8. Bariy xlorid kristallogidrati tarkibidagi suvning nazariy hisoblangan massa qismi necha % bo'ladi?
A) 36% B) 56,25% C) 18% D) 14,75% E) 11%.
9. 0,5956 g texnik $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sulfat kislota ishtirokida BaSO_4 ga aylantirildi. Qizdirishdan so'ng olingan BaSO_4 cho'kmasining massasi 0,4646 g. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tarkibidagi Ba^{2+} miqdorini aniqlang.
10. Ba^{2+} ni nima uchun Na_2SO_4 bilan emas, balki H_2SO_4 bilan cho'ktiriladi?

Xulosa: Shunday qilib talaba ishni bajarib, hisobot topshirgach gravimetrik analizni bajarish tartibi, tortim olish, uni quritish tartibini o'zlashtiradi va analiz natijasi $\pm 0,05\%$ dan oshmasligi kerakligini anglaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Alekseyev V.N.. «Miqdoriy analiz». T., «O'qituvchi», 1975- yil.
2. Mirkomilova M. «Analitik kimyo». T., «O'zbekiston», 2002-yil.
3. Rasulov K.R. «Analitik kimyo». T., G'.G'ulom nomidagi NMIU, 2004-yil.

4. Fayzullayev O. «Analitik kimyo». S., SamDU nashri, 2000-yil.

№2

Tuproqning namlik darajasini aniqlash

Ajratilgan vaqt-4 soat

Dars maqsadi: Talabalarga o'rtacha namuna tortimini olish va uni analizga tayyorlash, namunani eritish izchilligini tushuntiriladi, gigroskopik suv haqida ma'lumot beriladi, tajriba natijalarini ishlash asosida ko'nikma va malaka hosil qilinadi.

Identiv o'quv maqsadlari :

1. Laboratoriyada o'rtacha namuna tortimini quritish tartibini o'zlashtiradi.
2. Turli moddalardagi gigroskopik suvni aniqlashda xatoning qanday manbalari bo'lishi mumkinligi haqida ma'lumot beradi.
3. Gigroskopik suvni va uni yo'qotish uchun kerak bo'ladigan harorat chegaralarini izohlaydi.
4. Gravimetrik shaklni tortish va analiz natijalarini hisoblash haqida ko'nikma hosil qiladi.
5. Tajribani bajaradi va hisobot topshiradi.

Kerakli asbob va reaktivlar: Quritish shkafi, analitik tarozi, byukslar, chinni hovoncha, qisqich, eksikator, termometr, tuproq namunalari.

Analizni bajarish tartibi:

Moddalarning namlik darajasini aniqlash uchun tekshiriladigan birikmadan o'rtacha namuna olinib, yaxshilab maydalanadi va undan tarozida 0,5-2 g tortib olinadi. Uni byuksga solinadi va doimiy massaga kelguncha ma'lum haroratda quritiladi.

1). Tortim olish. Maydonning turli joylaridan 15-20 sm chuqurlikdagi tuproq namunasidan 0,5 g dan olinib, uni qopqog'i zich bekiladigan, massasi aniq, toza va quruq byuksga solinadi, so'ngra byuks bilan birgalikdagi massasi aniqlanadi.

2). Quritish. Tuproq solingan byuks massasi aniqlangach, 100-105⁰C gacha qizdirilgan quritish shkafiga qo'yiladi. Bunda byuks qopqog'ini olib, quritish shkafidagi ayni byuks yoniga qo'yiladi. Byukslar soni bir nechta bo'lsa, har bir byuks va uning qopqog'iga bir xil raqam yozib qo'yiladi.

Tuproqli byuks 3-4 soat davomida qizdirilgandan keyin byuks va uning qopqog'ini tigel qisqich bilan quritish shkafidan olinib eksikatorga qo'yiladi va 20-25 minut sovutiladi. Sovutilgan tuproqli byuksning qopqog'i bekitilib, analitik tarozida massasi topiladi. Tuproq byuksi bilan yana quritish shkafida 1 soat davomida quritiladi, eksikatorida sovutilib, massasi o'lchanadi. Agar qayta

tortishda quritilgan tuproqli byuksning birinchi va ikkinchi o'lchangan massalari o'zaro teng bo'lsa yoki 0,0001 g ga farq qilsa, tuproqni quritish tugallangan, deb hisoblanadi.

3). Hisoblash. Tuproqdagi namlikning foiz miqdorini hisoblashda quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$\text{Tuproqning namligi, \%} = \frac{m_q}{m_n} \cdot 100\%$$

bu erda m_q -quritilgan tuproq massasi, g;

m_n –nam tuproq massasi, g.

Analiz natijalarini jadval shaklida yozish mumkin:

Byuksning massasi, g			Tuproqning massasi		Tuproqning namligi, %
Tuproqsiz	Nam tuproqli	Quritilgan tuproqli	Nam holda	Quritilgan	

Nazorat topshiriqlari:

1. Gigroskopik suv deganda nimani tushunasiz va uning kristallizatsion suvdan farqini izohlang.
2. Turli moddalardagi gigroskopik suvni aniqlashda xatoning qanday manbalari bo'lishi mumkin?
3. Tekshirilayotgan modda tarkibida 15% gigroskopik suv bor. Bu modda analiz qilinganda, uning tarkibida 4,25% azot borligi aniqlandi. Absolyut quruq moddada necha % azot bor?
4. Quruq byuks (tigel) ni va cho'kmali byuks (tigel)ni nima uchun og'irligi o'zgarmay qolguncha qizdiriladi?
5. Tarkibida 2,58% namligi bor bariy xlorid 2,6248 g toshko'mirda tegishli ishlov jarayonidan keyin 0,3248 g bariy sulfat olindi. Toshko'mir tarkibidagi oltingugurtning % ulushini hisoblang.
6. 0,3672 g $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ kristallogidratidan necha gramm CaO olish mumkin?
7. NaCl tarkibidagi gigroskopik suvning foiz miqdorini quyidagi ma'lumotlardan foydalanib hisoblang: byuksning massasi 6,1282 g; byuksning tortim bilan massasi 6,7698 g; byuksning tortim bilan quritilgandan keyingi massasi 6,7506 g.
A) 0,3% B) 1,505% C) 1,03% D) 30,1% E) 2,99%

Xulosa: Shunday qilib talaba ishni bajarib, hisobot topshirgach turli moddalardagi gigroskopik suvni aniqlashda xatoning qanday manbalari bo'lishi mumkinligini izohlaydi va analizni bajarish, namunadan tortim olish, uni quritish tartibini o'zlashtiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Alekseyev V.N.. «Miqdoriy analiz». T., «O'qituvchi», 1975- yil.
2. Mirkomilova M. «Analitik kimyo». T., «O'zbekiston», 2002-yil.
3. Rasulov K.R. «Analitik kimyo». T., G'.G'ulom nomidagi NMIU, 2004-yil.
4. Fayzullayev O. «Analitik kimyo». S., SamDU nashri, 2000-yil.

№3.

Xlorid kislotaning standartlashtirilgan ishchi eritmasini tayyorlash va u yordamida eritmadagi ishqor miqdorini aniqlash.

Ajratilgan vaqt-4 soat

Dars maqsadi: Talabalarni hajmiy analizning neytrallash metodi bilan tanishtiriladi hamda ularda titrlangan standart eritmalar tayyorlash, fiksanallardan foydalanish haqida malaka va ko'nikma hosil qilinadi.

Identiv o'quv maqsadlari :

1. Titrlash usullarini izohlaydi.
2. Laboratoriyada titrlangan standart eritmalar tayyorlash qoidalarini o'zlashtiradi.
3. Titrlash uchun neytrallash metodida indikatorlarni nima asosida tanlanishini izohlaydi.
4. Tayyorlangan va aniqlangan titr, aniqlanuvchi modda bo'yicha titr tushunchalarining mohiyatini tushuntiradi va ularning formulalarini keltiradi.
5. Titrlash natijalarini hisoblashning asosiy usullarini o'zlashtiradi.
6. Tajribani bajaradi va hisobot topshiradi.

Kerakli asbob va reaktivlar: Byuretkalar, analitik tarozi, 250, 500 ml hajmli o'lchov kolbalari, konussimon kolbalar, pipetka, konsentrlangan xlorid kislota, natriy tetraborat, natriy gidroksid, soda, fenolftalein, metilloranj indikator.

Analizni bajarish tartibi:

Bu laboratoriya ishi bir necha ketma-ket bajariladigan bosqichlardan iborat. Dastlab konsentrlangan xlorid kislotadan taxminan 0,1 N eritmasi tayyorlanadi. So'ng natriy tetraborat yoki sodaning boshlang'ich standart eritmasi tayyorlanib, u yordamida tayyorlangan HCl eritmasining aniq titri va normalligi aniqlanadi. Nihoyat standartlashtirilgan xlorid kislota eritmasi bilan noma'lim konsentratsiyalli NaOH miqdori titrlab aniqlanadi.

HCl ning taxminiy 0,1N eritmasini tayyorlash. Xlorid kislotaning 0,1 n. eritmasining 1 litrida 3,646 gr HCl bo'ladi. Konsentrlangan xlorid kislotaning qancha hajmida 3,6 gr HCl borligini hisoblab chiqamiz. Solishtirma og'irligi 1,19 ga teng bo'lgan xlorid kislota eritmasida taxminan 38% HCl bor.

Quyidagicha proporsiya tuzamiz:

HCl ning 100 gr eritmasida -- 38 gr HCl bo'lsa.

X gr eritmasida -----36,5 gr bo'ladi.

$$X = 100 \cdot 36,5 / 38 = 9,6$$

Kislotaning hisoblab topilgan og'irlik miqdorini hajmga aylantirish uchun uni kislotaning solishtirma og'irligiga-1,19 ga bo'lish kerak. Shunday qilib

$$V = 9,6 / 1,19 = 8,1 \text{ ml}$$

Konsentrlangan HCl ning hisoblab chiqarilgan hajmini 8–9 ml li kichkina menzurka yordamida o'lchab oling va katta o'lchov silindiridan foydalanib, 1 litrgacha distillangan suv bilan suyultiring, tayyorlangan eritmani yaxshilab aralashtiring.

Natriy tetraboratning 0,1N eritmasini tayyorlash. Ish uchun standart eritmadan 250 ml tayyorlansa, titrlash uchun yetarli bo'ladi. Buning uchun toza $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ olinadi. 250 ml 0,1 N eritma tayyorlashga kerakli kristallogidrat massasi quyidagicha hisoblanadi:

$$E_{\text{tuz}} = M/2 = 381,37/2 = 190,69$$

$$m_{\text{tuz}} = (N \cdot E \cdot V) / 1000 = (0,1 \cdot 190,69 \cdot 250) / 1000 = 4,767 \text{ g}$$

Analitik tarozida yangi qayta kristallangan buradan 4 ta raqamgacha aniqlik bilan tortib olinadi va u keng bo'g'izli voronka orqali 250 ml li o'lchov kolbasiga o'tkaziladi. Song kolbani belgisigacha distillangan suv quyilib, tiqini berkitiladi, eritma yaxshilab chayqatiladi.

Tayyorlangan natriy tetraboratning standart eritmasi titri va normalligi formulalar asosida hisoblanadi:

$$T_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}} = m/V = 4,7710/250 = 0,01908 \text{ g/ml}$$

$$N_{\text{bura}} = T \cdot 1000/E = 0,01908 \cdot 1000/190,69 = 0,1N$$

Kerakli eritmani tayyorlab bo'lgandan keyin titrlashga kirishiladi. Buning uchun eng avval yuqorida aytib o'tilgan byuretka va pipetkalar yordamida hajmni o'lchash qoidalarini o'qib chiqing. Foydalangan byuretkalarni yaxshilab yuvung va byuretkada suv qolmasligi uchun uni tayyorlangan HCl eritmasining ozgina miqdori bilan 2 marta chayqang. So'ng byuretkani HCl eritmasi bilan to'ldiring va uning tagiga kolba yoki stakan qo'yib, qisqichni salgina ochish bilan byuretkaning uchini havo pufakchalari qoldirmasdan suyuqlik bilan to'ldiring.

Keyin juda tozalab yuvilgan pipetka yordamida titrlangan ishqor eritmasidan 25,00 ml olib, uni konussimon toza kolbaga soling: pipetkaga eritma olishdan

oldin uni shu eritma bilan 2 marta chayqab tashlash kerak. Pipetka uchida qolgan oxirgi tomchi suyuqlikni puflab tushurmasdan, pipetka uchuni kolba devoriga tekkizib turish bilan tushuring. O'lachab olingan ishqor eritmasiga bir yoki eng ko'pi bilan 2 tomchi metilloranj eritmasidan qo'shing.

Ana shunday ikkinchi kolbada kontrol eritma tayyorlang. Buning uchun menzurkada 50 ml distillangan suv solib, unga 1—2 tomchi metilloranj qo'shing va och pushti rang hosil bo'lishi uchun uning ustiga byuretkadagi HCl eritmasidan 1 tomchi qo'shing. Shundan keyin byuretkadagi HCl eritmasini nol belgiga keltiring. Aniqlash qiyin, shuning uchun avval ishqor eritmasini titrlash uchun kerak bo'ladigan kislota eritmasining hajmini 1 ml aniqlik bilan toping.

Birinchi titrlashda kolbaga 23,00 ml HCl qo'shilganda kolbadagi eritma pushti rangga o'tsin.

2-titrlashda o'shancha miqdorda ishqor eritmasiga 23,00 ml HCl qo'shilgandan keyin uni tomchilatib qo'shish kerak. Agar eritma rangi haqiqatdan ham o'zgargan bo'lsa, oxirgi tomchi kislota ta'sirida eritma juda to'q rangga o'tadi. Bunday holda oxirgi tomchi qo'shilgan kislota e'tiborga olinmaydi. 1 tomchi HCl ta'sirida eritmaning rangi o'zgargandan so'ng byuretkaga qarab titrlash uchun qancha kislota ketganligini yozib oling.

Agar byuretkadagi suyuqlik meniskining pastki qismi byuretkaning biror darajasiga to'g'ri kelmasa, ml ning 100 dan bir ulushlarini chamalab oling. Byuretkada darajalarini yozib olishda hamma vaqt ko'zingiz suyuqlik meniski bilan 1 xil balandlikda bo'lsin. Aniq titrlashni eng kamida 3 marta qaytarish kerak. Buning uchun har safar ishqor eritmasining yangi proporsiyasini olib, har safar byuretkani suyuqlik bilan nol belgigacha to'ldiring.

Agar tajriba yaxshi bajarilsa, titrlash uchun sarf bo'lgan kislota hajmlari orasidagi farq ml ning 100 dan 1 qismiga teng bo'ladi. Hech qachon bu farq 0,1 ml dan ortmasligi kerak. Agar titrlash natijalari orasidagi farq 0,1 ml dan ortiq bo'lsa, titrlashni bir-biriga mos keladigan 3 ta qiymat olguncha takrorlang va ulardan o'rtachasini oling.

Ish natijalarini yozish tartibi

1-titrlash uchun sarf bo'lgan 0,1 n HCl hajmi $V_1 = 14,70$ ml

2-titrlash uchun sarf bo'lgan 0,1 n HCl hajmi $V_1 = 14,80$ ml

3-titrlash uchun sarf bo'lgan 0,1 n HCl hajmi $V_1 = 14,76$ ml

Sarf bo'lgan 0,1 n HCl eritmasining o'rtacha hajmi

$$V_{o'rt}(HCl) = (V_1 + V_1 + V_1) / 3 = (14,70 + 14,80 + 14,76) / 3 = 14,75 \text{ ml}$$

Xlorid kislotaning o'rtacha hajmidan foydalanib ishqor eritmasining normalligi aniqlanadi:

$$N_{HCl} \cdot V_{o'rt}(HCl) = N_{NaOH} \cdot V_{NaOH}$$

Bu yerdan

$$N_{\text{NaOH}} = N_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{ort}}(\text{HCl}) / V_{\text{NaOH}} = 0,1011 \cdot 14,75 / 15 = 0,09942 \text{ N}$$

So'ng ishqor eritmasining titri hisoblanadi:

$$T_{\text{NaOH}} = N_{\text{NaOH}} \cdot E_{\text{NaOH}} / 1000 = 0,09942 \cdot 40 / 1000 = 0,003978 \text{ g/ml}$$

Va nihoyat 250 ml eritma tarkibidagi NaOH massasi quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$m_{\text{NaOH}} = T_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{o'lchov kolba}} = 0,003978 \cdot 250 = 0,9945 \text{ g}$$

Nazorat topshiriqlari:

1. Titrlashning ekvivalentlik va oxirgi nuqtaning bir-biridan farqini tushuntiring.
2. Ekvivalentlik nuqtasini aniqlash usullari va sharoitlarini tavsiflab bering.
3. Kislota-asosli titrlashning asosiy metodlari qanday nomlanadi va ular nimalarga asoslanadi?
4. Birlamchi va ikkilamchi standartlarga qo'yiladigan talablar, ulardan standart eritmalar tayyorlashning mohiyati nimaga asoslangan?
5. pH-indikatorlarning ion nazariyasi kim tomonidan va qachon taklif qilingan?
6. Ishchi eritma kislota bo'lgan analiz metoli =anday nomlanadi?
7. "Guvoh" ishtirokida titrlash qanday bajariladi?
8. Eritma titri 0,006300g/ml bo'lsa, 500 ml eritmada necha gramm HNO_3 bo'ladi?
9. Sulfat kislotaning 0,2 N eritmasidan 2 l tayyorlash uchun zichligi 1,84g/ml bo'lgan sulfat kislotadan qancha hajm olish kerak?
10. Natriy xloridning 5,9120 g tortimi 1000 ml o'lchov kolbasida eritildi. Natriy xlorid eritmasining titri nechaga teng bo'ladi?

Xulosa: Shunday qilib talaba ishni bajarib, hisobot topshirgach titrimetrik analizning natijasi faqat indikator tanlashga bog'liq bo'lib qolmasdan, shu bilan birga indikatorning qo'shilgan miqdoriga va titrlashning qo'llaniladigan tartibiga ham bog'liqligini tushunadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Alekseyev V.N.. «Miqdoriy analiz». T., «O'qituvchi», 1975- yil.
2. Mirkomilova M. «Analitik kimyo». T., «O'zbekiston», 2002-yil.
3. Rasulov K.R. «Analitik kimyo». T., G'.G'ulom nomidagi NMIU, 2004-yil.
4. Fayzullayev O. «Analitik kimyo». S., SamDU nashri, 2000-yil.

№4.

Mor tuzi tarkibidagi temir (II) miqdorini permanganometriya metodi bilan aniqlash.

Ajratilgan vaqt-4 soat

Dars maqsadi: Talabalar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari, permanganometriya metodining mohiyati bilan tanishtiriladi hamda ularda titrlangan standart eritmalarni fiksanallardan foydalanib tayyorlash va eritma rangining o'zgarish chegaralarini aniqlash xususida malaka va ko'nikma hosil qilinadi.

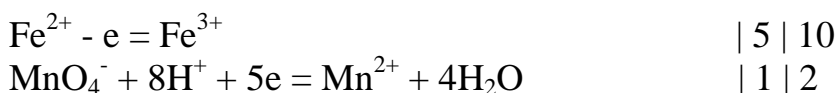
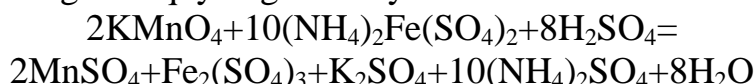
Identiv o'quv maqsadlari :

1. Redoksimetriya metodining mohiyatini izohlaydi.
2. Laboratoriyada ishchi eritmalar tayyorlash va ularning titrini topish qoidalarini o'zlashtiradi.
3. Titrlash uchun kaliy permanganatning ekvivalent massasini hisoblay oladi.
4. Permanganometriya metodining kislotali va ishqoriy muhitda olib boriladigan oksidlash reaksiyalarining bir-biridan farqini tushuntiradi va ularning tenglamalarini keltiradi.
5. Tajribani bajaradi va hisobot topshiradi.

Kerakli asbob va reaktivlar: Byuretkalar, analitik tarozi, 250, 500 ml hajmli o'lchov kolbalari, konussimon kolbalar, pipetka, kaliy permanganat, 2N sulfat kislota eritmasi, Mor tuzi.

Analizni bajarish tartibi:

Eritmalardagi Fe^{2+} miqdorini aniqlashni permanganometriyadan foydalanishning muhim bir ko'rinishlaridan hisoblanadi. Mor tuzi $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yoki $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ eritmasini kaliy permanganatning ishchi eritmasi bilan titrlanganda quyidagi reaksiya boradi:



Ana shu holatda Mor tuzi ekvivalent massa uning molyar massasiga teng va temirning ekvivalenti uning mol massasiga, ya'ni 55,85 g/molga teng.

Aniqlash tartibi. 250 ml hajmli o'lchov kolbasiga ma'lum hajmdagi Mor tuzi eritmasidan solib, kolbadagi eritma hajmi distillangan suv qo'shib belgisigacha etkaziladi va batafsil aralashtiriladi.

Pipetka bilan tayyorlangan eritmadan 25 ml olib titrlash kolbasiga solinadi, ustiga sulfat kislotaning 2N eritmasidan 10-15 ml qo'shiladi va byuretkadagi kaliy permanganatning ishchi eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash xona temperaturasida olib boriladi. Kaliy permanganat eritmasini qo'shish titrlanayotgan eritma 1-2 minutda yo'qolmaydigan och pushti rangga kirganda to'xtatiladi. Titrlash jarayoni kamida 3

marta takrorlanadi, bir-biriga yaqin hajmlarni o'rtachasi olinadi va tekshirilayotgan eritmadagi temirning grammlar miqdori hisoblab topiladi.

Yozish tartibi

- 1) Mor tuzining eritmasini KMnO_4 ning ishchi eritmasi bilan titrlash.
- 1 – titrlash uchun ketgan $0,04850\text{N KMnO}_4$ eritmasi $V_1 = 23,85$ ml;
- 2 - titrlash uchun ketgan $0,04850\text{N KMnO}_4$ eritmasi $V_2 = 23,80$ ml;
- 3 - titrlash uchun ketgan $0,04850\text{N KMnO}_4$ eritmasi $V_1 = 23,75$ ml;

$$V_{o'rt}(\text{KMnO}_4) = \frac{23,85+23,80+23,75}{3} = 23,80 \text{ ml}$$

2) KMnO_4 eritmasi titrini aniqlanuvchi modda – temir (II) bo'yicha hisoblash.

$$T(\text{KMnO}_4/\text{Fe}^{2+}) = \frac{N(\text{KMnO}_4) \cdot \vartheta(\text{Fe}^{2+})}{1000} = \frac{0,04850 \cdot 55,85}{1000} = 0,002705 \text{ g/ml}$$

3) Mor tuzi eritmasi tarkibidagi temir (II) miqdorini hisoblash.

Agar 25 ml tekshirilayotgan Mor tuzi eritmasini titrlash uchun kaliy permanganatning ishchi eritmasidan o'rtacha 23,80 ml sarflangan bo'lsa, 250 ml Mor tuzi eritmasi tarkibidagi temir (II) miqdori quyidagicha hisoblanadi:

$$m(\text{Fe}^{2+}) = T(\text{KMnO}_4/\text{Fe}^{2+}) \cdot V_{o'rt}(\text{KMnO}_4) \cdot \frac{V_{o'rch. kolb.}}{V_{pipetka}}$$

$$m(\text{Fe}^{2+}) = 0,002709 \cdot 23,80 \cdot \frac{250}{25} = 06438 \text{ gr}$$

Nazorat topshiriqlari:

1. Oksidlovchi va qaytaruvchilarning ekvivalent massalari qanday hisoblab topiladi?
2. Redoksimetriya metodida titrlash egri chiziqlari nimaga asoslanib tuziladi?
3. Permanganometriyada ekvivalent nuqta qanday belgilanadi?
4. Oksidlovchilarni yodometrik titrlashning mohiyati nimadan iborat?
5. Nima uchun oksidlovchilarni titrlashda KJ dan mo'l miqdorda qo'shish kerak?
6. Nima uchun yodometrik aniqlashlar sovuqda olib boriladi?

7. Eritmadagi temir (II) miqdorini permanganometrik aniqlashdagi reaksiya tenglamasini yozing va koeffitsiyentlar yig'indisini aniqlang.
8. Kislotali titrlash uchun mo'ljallangan 1,8 g tortimni 500 ml hajmli o'lchov kolbasida suv bilan eritib tayyorlangan KMnO_4 eritmasining normalligi nechaga teng?
9. 200 ml 0,1 N eritma tayorlash uchun necha gramm kimyoviy toza kaliy dixromat olish kerak?
10. Kaliy dixromatning 1,200 g tortimi hajmi 250 ml bo'lgan o'lchov kolbasida eritildi. Bu eritmaning titri va normalligi nechaga teng bo'ladi?

Xulosa: Shunday qilib talaba ishni bajarib, hisobot topshirgach, permanganometriya metodining mohiyatini anglab yetadi; permanganometriya metodining kislotali va ishqoriy muhitda olib boriladigan oksidlash reaksiyalarining bir-biridan farqini tushuntiradi hamda ularning tenglamalarini keltirib chiqaradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Alekseyev V.N.. «Miqdoriy analiz». T., «O'qituvchi», 1975- yil.
2. Mirkomilova M. «Analitik kimyo». T., «O'zbekiston», 2002-yil.
3. Rasulov K.R. «Analitik kimyo». T., G'.G'ulom nomidagi NMIU, 2004-yil.
4. Fayzullayev O. «Analitik kimyo». S., SamDU nashri, 2000-yil.

Talabalar mustaqil ish topshiriqlari

1. Miqdoriy analizning vazifasi va metodlari. Tortma analizning mohiyati. Cho'kmalarga qo'yiladigan talablar.
 - 1.1. Miqdoriy analizning qanday usullari mavjud va ular nimalarga asoslangan?
 - A) kimyoviy;
 - B) fizikaviy;
 - C) fizik-kimyoviy;
 - D) biologik va
 - E) elektrokimyoviy usullar.
 - 1.2. Analitik kimyoning metodologik asoslari, uning alohidaligi, fanlar tizimidagi o'rnini ko'rsating.
 - 1.3. Miqdoriy analizning volyumometrik usuliga tavsif bering, bu usulning mohiyati nimaga asoslangan?
 - a. Tortma va hajmiy analizning bir-biriga o'xshash va farqli tomonlarini qiyoslang.
 - 1.5. Tortma (gravimetrik) analizning mohiyati. Tortma analizning qanday usullari mavjud va ular nimalarga asoslangan?
 - A) Ajratish;
 - B) haydash;

C) cho'ktirish usullari.

1.6. Eruvchanlik ko'paytmasi qoidasiga asosan: a) cho'kmaning hosil bo'lishi va b) cho'kmalarning erish sharoitlarini tavsiflab bering.

1.7. Cho'kmalar hosil bo'lishida qanday omillar ta'sir etadi?

a) cho'ktirish tezligi;

b) konsentratsiya;

c) aralashtirish;

d) harorat;

e) eritma muhiti-pH;

f) tuz effekti;

j) kompleks hosil bo'lishi;

z) cho'ktiruvchi tanlash va uning miqdori.

1.8. Cho'kmalarni to'liq cho'ktirish uchun pH ta'sirini yomon eriydigan tuzlar, gidroksidlar misolida yoriting.

1.9. Cho'kmalarni filtrlash va yuvish. Quritish va qizdirish.

1.10. Tortma analizda filtr qog'oz, yuvadigan suyuqlik va cho'ktiruvchi tanlashning mohiyati nimaga asoslangan?

1.11. Cho'kmalarning hosil bo'lish sharoitlarini qiyosiy tavsiflang.

1.12. Tortma analizda natijalarni hisoblash. Qayta hisoblash omili.

2. Hajmiy analiz va uning metodlari. Titrlangan eritmalar tayyorlash.

2.1. Hajmiy (titrimetrik) analizning mohiyati. Hajmiy analizning qanday usullari mavjud va ular nimalarga asoslangan?

A) Ajratish;

B) haydash;

C) cho'ktirish usullari.

2.2. Titrlashning ekvivalentlik va oxirgi nuqtaning bir-biridan farqini tushuntiring. Ekvivalentlik nuqtasini aniqlash usullari va sharoitlarini tavsiflab bering.

a) vizual usullar;

b) konduktometriya;

v) potensimetriya;

g) amperometriya;

d) fotometriya;

e) radiometriya.

2.3. Titrimetrik analizning bajarilish tartibini misollar yordamida izohlang:

a) bevosita titrlash;

b) bilvosita titrlash;

v) teskari titrlash;

g) reversiv titrlash.

2.4. Titrimetrik analizda eritmalar tayyorlash usullari va texnikasini bayon qiling.

2.5. Birlamchi va ikkilamchi standartlarga qo'yiladigan talablar, ulardan standart eritmalar tayyorlashning mohiyati nimaga asoslangan?

2.6. Hajmiy analizda natijalarni hisoblash;

a) Aniqlanuvchi modda miqdorini reaktivning standart (titrlangan) eritmasi normalligi orqali hisoblash:

b) Aniqlanuvchi moddaning miqdorini reaktivning standart (titrlangan) eritmasi titri orqali hisoblash:

v) Aniqlanuvchi modda miqdorini aniqlanayotgan modda bo'yicha olinadigan titr bilan hisoblash:

g) Aniqlanuvchi modda miqdorini tuzatish koeffitsiyenti yordamida hisoblash:

d) Teskari titrlash usuli yordamida hisoblash.

3. Neytrallash metodining mohiyati. Titrlash egri chiziqlari.

3.1. Neytrallash metodining mohiyati.

3.2. Neytrallash usulida titrlash egri chiziqlarining ahamiyati va tuzilishi.

3.3. Titrlash egri chizig'idagi «sakrash» qanday o'zgarish va unga qanday omillarning ta'siri borligini tushuntira olasizmi?

3.4. Kuchli kislotalarni kuchli ishqorlar bilan (yoki aksincha) titrlash egri chiziqlari. Ishqorlarning ish eritmasini tayyorlashda nima uchun ularni karbonatlardan tozalanadi? Agar shu eritmalar bilan faqat kuchli kislotalarni titrlash ko'zda tutilsa, ularni tozalash shartmi?

3.5. Kuchsiz kislotalarni kuchli ishqorlar bilan (yoki aksincha) titrlash egri chiziqlari. Kuchsiz kislotalar eritmalarining pH ini hisoblash formulalarini keltirib chiqaring.

3.6. Kuchsiz asoslarni kuchli kislotalar bilan (yoki aksincha) titrlash egri chiziqlari. Kuchsiz asoslar eritmasining pH ini hisoblash formulasini keltiring.

3.7. Indikatorlar nazariyasi.

a) Indikatorlarning ion nazariyasi.

b) Indikatorlarning xromofor va ion-xromofor nazariyasi.

3.8. Indikatorlarning rang o'zgarish oralig'i. Titrlashning indikator xatosi nima? Titrlashda indikator xatosining tiplarini birma-bir aytib bering.

3.9. Kislota-asosli titrlash usulida indikatorlar sifatida qanday moddalar ishlatiladi? Aralash indikatorlar qanday tayyorlanadi? Ularning afzalligi nimada?

4. Oksidlanish-qaytarilish (redoksimetriya) metodlari. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining muvozanat konstantalari va titrlash egri chiziqlari.

4.1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining mohiyati. Oksidlanish-qaytarilish usullarining qanday sinflari mavjud va ular nimalarga asoslangan?

A) Permanganometriya;

B) Yodometriya;

C) Dixromatometriya yoki xromatometriya usullari.

Har bir usulga alohida tavsif bering, tegishli reaksiya tenglamalarini yozing.

4.2. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali nima? Uning konsentratsiya va eritma pH iga bog'liqligi.

4.3. Titrlashning egri chizig'ini hosil qilish uchun ekvivalentlik nuqtasigacha, ekvivalentlik nuqtada va undan keyin potentsiallar qanday hisoblanadi?

4.4. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qanday konsentratsiyali va qaysi ish eritmaları ishlatilishi va sharoitlarini tavsiflab bering.

4.5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida oksidlovchilarni aniqlash tartibini misollar yordamida izohlang.

4.6. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qaytaruvchilarni aniqlash tartibini misollar yordamida izohlang.

4.7. Oksidlanish-qaytarilish potensialini aniqlash uchun Nernst tenglamasini yozing. $\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2}$ sistemaning potensialini qanday oshirish yoki kamaytirish mumkin? Reaksiya tenglamasini yozing.

4.8. 0,1 N FeSO_4 eritmasini 0,1 N KMnO_4 bilan $[\text{H}^+] = 1 \text{ mol/l}$ bo'lganda titrlash egri chizig'ini chizing.

4.9. Redoks indikatorlar nima? Redoks indikatorlarga qo'yiladigan talablar, ularning o'zgarish sohasi qanday topiladi va uning mohiyati nimaga asoslangan?

4.10. Temir bo'yicha titri 0,002654 bo'lgan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritmasidan 500 ml tayyorlash uchun necha gramm qayta kristallangan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ kerak?

5. Kompleksonometriya metodining mohiyati.

5.1. Kompleksonometrik metodining mohiyati nimadan iborat?

5.2. Kompleksonlar qanday moddalar va ularga misollar keltiring?

5.3. Kompleksonometrik metodda ekvivalent nuqta qanday indikatorlar ishtirokida aniqlanadi?

5.4. Kompleksonometriyaning to'g'ri (bevosita) titrlash usulini tushuntiring.

5.5. Teskari titrlash usuli qanday bajariladi?

5.6. O'rinbosarlarni titrlash usuli kompleksometriyada qanday amalga oshadi?

5.7. Kompleksonometriyada alkalimetrik titrlashdan nima maqsadda foydalaniladi?

5.8. Trilon B qanday organik modda? Uning standartlashtirilgan eritmasi qanday tayyorlanadi?

5.9. Tuproqning suvli so'rimi qanday tayyorlanadi?

5.10. Tuproqning suvli so'rimi ekstrakti tarkibidagi kalsiy va magniy kationlari miqdori qanday topiladi?

Talaba berilgan mavzu bo'yicha ma'ruza tinglagandan so'ng, shu mavzu bo'yicha seminar yoki amaliy mashg'ulot darslariga tayyorlanadi. Mavzuga doir mustaqil ishiga esa ma'ruzaga nisbatdan kengroq va chuqurlashtirilib tuzilgan reja asosida ma'ruzaga kirmagan ma'lumotlarni qo'shimcha adabiyotlardan oladilar. Talaba ilmiy va ommaviy davriy nashrlar, shuningdek internet tarmog'idagi tegishli ma'lumotlardan foydalangan holda tayyorgarlik ko'radi. Qanday adabiyotlardan foydalanish kerakligi, har bir mustaqil ish rejasidan keyin kerakli adabiyotlar ro'yxatida ko'rsatilgan bo'ladi va talaba yozma ravishda tayyorlagan mustaqil ishining oxiriga foydalangan adabiyotining nomi va manzilini, albatta, qayd qiladi. Talaba mustaqil ishga tayyorlanayotganda har bir topshiriq savollariga tushunib, imkon qadar aniq javob berishi lozim.

Kerakli adabiyotlar:

1. Alekseyev V.N.. «Miqdoriy analiz». T., «O'qituvchi», 1975- yil.
2. Mirkomilova M. «Analitik kimyo». T., «O'zbekiston», 2002-yil.
3. Rasulov K.R. «Analitik kimyo». T., G'.G'ulom nomidagi NMIU, 2004-yil.

4. Fayzullayev O. «Analitik kimyo». S., SamDU nashri, 2000-yil.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Tortma analizning mohiyati nimadan iborat?

A) Tekshirilayotgan moddadagi aniqlanayotgan elementni biror eriydigan birikma holida cho'ktiriladi va cho'kmaning og'irligiga qarab aniqlanayotgan modda to'g'risida xulosa qilinadi.

B) Tekshirilayotgan moddadagi element biror yomon dissosilanadigan kompleksga bog'lanadi va kompleksning optik zichligiga qarab aniqlanayotgan modda to'g'risida xulosa qilinadi.

V) Tekshirilayotgan moddadagi element qizdirish natijasida haydab chiqariladi va modda og'irligining kamayishiga qarab aniqlanayotgan modda to'g'risida xulosa qilinadi.

G) Tekshirilayotgan moddadagi element biror qiyin eriydigan birikma holatida cho'ktiriladi va moddaning og'irligi kamayishiga qarab aniqlanayotgan modda to'g'risida xulosa qilinadi.

2. Tortma analizda haydash usuli nimaga asoslangan?

A) Haydash usulida tekshirilayotgan moddadagi element biror qiyin eriydigan birikma holida cho'ktiriladi va moddaning og'irligini kamayishiga qarab aniqlanayotgan moddaning og'irligi anilanadi.

B) Haydash usulida birikma tarkibidagi uchuvchan birikmalar qizdirish natijasida haydaladi va moddaning og'irligini kamayishiga qarab aniqlanayotgan modda to'g'risida xulosa qilinadi.

V) Haydash usulida aniqlanayotgan element biror yomon dissosilanadigan birikmaga aylantiriladi va moddaning og'irligini kamayishiga qarab aniqlanayotgan modda to'g'risida xulosa qilinadi.

3. Tortma analizda cho'ktiriladigan shakl nimani bildiradi?

A) tegishli reaktiv yordamida eritmadan cho'ktirilgan birikma cho'ktiriladigan shakl deyiladi.

B) hosil bo'lgan cho'kma qizdiriladi va tarozida tortib olingan miqdor cho'ktiriladigan shakl deyiladi.

V) tegishli reaktiv yordamida hosil qilingan kam dissosilanadigan birikma cho'ktiriladigan shakl deyiladi.

G) analizning oxirgi natijasini olish uchun tarozida tortiladigan birikma cho'ktiriladigan shakl deyiladi.

4. Tortma analizda tortiladigan shakl nimani bildiradi?

A) tegishli reaktiv yordamida hosil qilingan kam dissosilanadigan birikma tortiladigan shakl deyiladi.

B) analizning oxirgi natijasini olish uchun tarozida tortiladigan birikma tortiladigan shakl deyiladi.

V) tegishli reaktiv yordamida cho'ktiriladigan birikma tortiladigan shakl deyiladi.

1. Cho'kmaning yo'qolgan miqdori 1 mg bo'lganda fosfor $Mg_2P_2O_7$ tarzida hamda $(NH_4)_3PO_4 \cdot 12MgO$ tarzida aniqlanganda qaysi bir holda analiz natijasi eng to'g'ri bo'ladi?
- A) $Mg_2P_2O_7$ holda; B) $(NH_4)_3PO_4 \cdot 12MgO$ holda; V) har ikkala holda ham bir xil; G) ikkala holda ham aniq natija olib bo'lmaydi.
6. $Fe(OH)_3$ ning eruvchanligi $2 \cdot 10^{-8}$ g/l ga teng. $Fe(OH)_3$ ning eruvchanlik ko'paytmasini aniqlang.
- A) $1,8 \cdot 10^{-38}$; B) $2,8 \cdot 10^{-38}$; B) $3,8 \cdot 10^{-38}$; G) $4,8 \cdot 10^{-38}$.
7. $Pb_3(PO_4)_2$ ning eruvchanlik ko'paytmasi $1,5 \cdot 10^{-32}$ ga teng. Bu tuzning g/l hisobidagi eruvchanligi va to'yingan eritmasidagi Pb^{+2} va PO_4^{-3} ionlari konsentrasiyasini toping.
- A) $3,4 \cdot 10^{-7}$; $1,37 \cdot 10^{-4}$; $5,1 \cdot 10^{-2}$
 B) $5,1 \cdot 10^{-2}$; $3,4 \cdot 10^{-7}$; $1,37 \cdot 10^{-4}$
 V) $1,37 \cdot 10^{-4}$; $5,1 \cdot 10^{-2}$; $3,4 \cdot 10^{-7}$
 G) $3,4 \cdot 10^{-7}$; $5,1 \cdot 10^{-2}$; $1,37 \cdot 10^{-4}$.
8. Agar $EK(Fe(OH)_3) = 3,8 \cdot 10^{-38}$ bo'lsa, Fe^{3+} tuzining 0,01 m eritmasidagi pH nechaga teng bo'lganda $Fe(OH)_3$ to'liq cho'kishini hisoblang.
- A) $pH \leq 1,5$; B) $pH \leq 2,5$; V) $pH \leq 3,5$; G) $pH \leq 4,5$.
9. Agar $EK(Al(OH)_3) = 1,9 \cdot 10^{-33}$ bo'lsa, pH qanday bo'lganda Al tuzining 0,1 m eritmasidan alyuminiy gidrooksid cho'ka boshlaydi?
- A) $pH = 1,4$; B) $pH = 2,4$; G) $pH = 3,4$; D) $pH = 4,4$.
10. Qanday moddalarning cho'kmalari amorf cho'kmalarga kiradi?
- A) Metallarning sulfidlari, metallarning gidrooksidlari va silikat kislota kiradi.
 B) metallarning sulfatlari, xloridlari va silikatlari kiradi.
 V) Metallarning xloridlari, karbonatlari va silikatlari kiradi.
 G) Metallarning karbonatlari va silikat kislota kiradi.
11. Qanday moddalarning cho'kmalari kristall cho'kmalar hisoblanadi?
- A) Metallarning sulfatlari, metall gidrooksidlari va silikat kislota kiradi.
 B) Metallarning xloridlari, karbonatlari va silikatlari kiradi.
 V) Metallarning sulfidlari, xloridlari va karbonatlari kiradi.
 G) Metallarning sulfidlari, karbonatlari va metall gidrooksidlari kiradi.
12. Kristall cho'kmalarni hosil bo'lish sharoitlari qanday bo'ladi?
- A) Cho'ktirishni yetarli darajada suyultirilgan eritmalardan cho'ktiruvchining ham suyultirilgan qo'shish bilan olib borish kerak.
 B) Cho'ktirishni yetarli darajada quyuvq eritmalardan cho'ktiruvchining ham quyuvq eritmasini qo'shish bilan olib borish kerak.
 V) Cho'ktiruvchini juda sekin tomchilatib quyish kerak.
 G) Cho'ktiruvchini iloji boricha tez quyish kerak.
13. Nima uchun cho'ktiruvchi qo'shilganda eritmaning cho'ktiruvchi qo'shiladigan qismi juda o'ta to'yinib ketmasligi uchun eritmani doimo shisha tayoqcha bilan aralashtirish kerak.
- 1) Cho'ktirishni sovuq eritmadan cho'ktiruvchining ham sovuq eritmasidan qo'shish bilan cho'ktirish.
 2) Qaynoq eritmalardan cho'ktiruvchining ham qaynoq eritmasini qo'shish bilan cho'ktirish.

3) Cho'ktirilayotgan vaqtda eritmaga cho'kmani eruvchanligini oshiruvchi moddalarini qo'shish kerak.

4) Cho'ktirilayotgan vaqtda eritmaga cho'kmani eruvchanligini kamaytiruvchi moddalar qo'shish kerak.

A) (2,5,6,7,8); B) (1,2,4,7,8); V) (1,3,5,7,8,); G) (3,5,7,8,9);

D) (2,4,6,7,8)

14. Amorf cho'kmalarning hosil bo'lish sharoitlari qanday bo'ladi?

A) Cho'ktirishni sovuq birikmaga cho'ktiruvchining ham sovuq eritmasini qo'shish kerak.

B) Cho'ktirishni qaynoq eritmalarga cho'ktiruvchining ham qaynoq eritmasini qo'shish kerak.

V) Kolloid eritmalarning hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaslik uchun ko'proq suv qo'shish kerak.

G) Kolloid eritmalarning hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaslik uchun biror qulay elektrolit koagulyator ishtirokida cho'ktirish kerak.

15. 0,2 g CaC_2O_4 cho'kmasini 200 ml suv bilan yuvilganda cho'kmaning eruvchanligi tufayli yo'qolgan miqdori topilsin.

A) 0,35%; B) 0,45%; V) 0,55%; G) 0,65%; D) 0,75%.

16. Qayta ko'paytirish faktori nima?

A) Tortiladigan shakl molekulyar og'irligi qiymatining aniqlanayotgan elementning molekulyar og'irligi qiymatiga nisbati qayta ko'paytirish faktori deyiladi.

B) Aniqlanayotgan elementning molekulyar og'irligi qiymatining tortiladigan shaklning molekulyar og'irligi qiymatiga nisbati qayta ko'paytirish faktori deyiladi.

V) Tortiladigan shaklning molekulyar og'irligi qiymatining cho'ktiriladigan shaklning molekulyar og'irligi qiymatiga bo'lgan nisbati qayta ko'paytirish faktori deyiladi.

G) Cho'ktiriladigan shaklning molekulyar og'irligi qiymatining tortiladigan shaklning molekulyar og'irligi qiymatiga nisbati qayta ko'paytirish faktori deyiladi.

17. Aniqlanayotgan moddaning hisoblab chiqariladigan miqdori X qanday ko'paytmaga teng bo'ladi?

A) X qayta hisoblash faktor bilan moddaning analiz uchun tortib olingan miqdori a ning ko'paytmasiga teng va $X = F * a$ bilan ifodalanadi.

B) X qayta hisoblash faktori bilan cho'ktiriladigan shaklning og'irligi ko'paytmasiga teng va $X = F * a$ bilan ifodalanadi.

V) X qayta hisoblash faktori bilan tortiladigan shaklning og'irligi ko'paytmasiga teng bo'ladi va $X = F * a$ bilan ifodalanadi

G) X qayta hisoblash faktori bilan aniqlanayotgan moddaning massa ulushi ko'paytmasiga teng va $X = F * a$ bilan ifodalanadi.

18. Moddaning analiz qilinayotgan modda tarkibidagi foizi qanday formula bilan ifodalanadi?

$$A) \quad R = \frac{a * F * 100\%}{g}$$

$$B) \quad R = \frac{g * F * 100\%}{a}$$

$$B) \quad R = \frac{a \cdot F \cdot g}{100\%} \qquad G) \quad R = \frac{a \cdot F}{g \cdot 100\%}$$

19. 0,129 g AgCl cho'kmasida xlarning miqdori 0,03193 g ga teng bo'lsa, xlarning AgCl tarkibidagi foizini hisoblang.

A) 14,4%; B) 24,7%; V) 34,7%; G) 44,7%.

20. 0,3515 g Mg₂P₂O₇ cho'kmasida 0,07681 magniy bo'lsa, magniyning Mg₂P₂O₇ tarkibidagi prosentini hisoblang.

A) 11,8%; B) 21,8%; V) 31,8%; G) 41,8%.

21. Ekvivalent nuqta nimani bildiradi?

A) Neytralanish reaksiyasida reaksiyaning oxiriga borgan nuqtasi ekvivalent nuqta deyiladi.

B) Eterifikatsiya reaksiyasida reaksiyaning oxiriga borgan nuqtasi ekvivalent nuqta deyiladi.

V) O'rin olish reaksiyasida reaksiyaning oxiriga borgan nuqtasi ekvivalent nuqta deyiladi.

G) Barcha reaksiyalarda reaksiyaning oxiriga borgan nuqtasi ekvivalent nuqta deyiladi.

22. Indikatorlar nima?

A) Indikatorlar kimyoviy reaksiyalar tezligini oshiradigan moddalardir.

B) Indikatorlar reaksiyaning oxirigacha borganligini bildiradigan moddalardir.

V) Indikatorlar kislota va asos ta'sirida o'z rangini o'zgartiradigan va eritma muhitini bildiradigan moddalardir.

G) Indikatorlar kimyoviy reaksiyalar tezligini pasaytiradigan moddalardir.

23. Titrlash egri chiziqlari nimani bildiradi?

A) Ekvivalent nuqta atrofida eritma muhitini keskin kamayganligini bildiradi.

B) Ekvivalent nuqta atrofida eritma muhitini keskin oshganligini bildiradi.

V) Titrlash egri chiziqlari reaksiyaning oxirigacha borganligini bildiradi.

G) Neytrallash usulida ekvivalent nuqta atrofida eritma pH i sakrash bilan o'zgarganligi va bu usulda qanday indikatorlardan foydalanish mumkinligini bildiradi.

24. Sirka kislota misolida kuchsiz kislotalarni kuchli ishqorlar bilan titrlashda dastlabki pH ni hisoblash qanday formula bilan ifodalanadi?

A) $[H^2] = \sqrt{K_{kisl} \cdot S_{kisl}}$

B) $pH = -\lg K_{kisl} \cdot S_{kisl}$

B) $-\lg[H^+] = -1/2 pK_{kisl} - 1/2 \lg S_{kisl}$

G) $pH = 1/2 pK_{kisl} - 1/2 \lg S_{kisl}$

25. Ekvivalent nuqtagacha bo'lgan eritma pH i qanday formula bilan ifodalanadi?

A) $pH = (pK_{kisl} / 2) - (\lg S_{kisl} / 2)$ B) $[H^+] = (K_{kisl} \cdot S_{kisl}) / S_{tuz}$

V) $pH = (pK_{kisl} - \lg S_{kisl}) / S_{tuz}$ G) $pH = -\lg (K_{kisl} \cdot S_{kisl})$

26. 0,1 M CH₃COOH eritmasining pH ini hisoblang.

($K_{CH_3COOH} = 1,86 \cdot 10^{-5}$)

- A) pH= 0,87; B) pH=q 2,87; V) pH= 4,87; G) pH =1,87
27. Ekvivalent nuqtada 0,1 M CH₃COOH eritmasini NaOH ning 0,1 M eritmasi bilan titrlashda pH ning qiymati nechaga teng bo'lishini hisoblang?
- A) pH= 4,87; B) pH= 5,82; V) pH= 6,87; G) pH= 7,87
28. Cho'ktirish metodining mohiyati nimadan iborat?
- A) Cho'ktirish metodi titrlashda biror qiyin eriydigan birikmalar hosil bo'ladigan reaksiyalarni qo'llashga asoslangan.
- B) Cho'ktirish metodi titrlashda kompleks birikmalar hosil bo'ladigan reaksiyalarni qo'llashga asoslangan.
- V) Cho'ktirish metodi titrlashda amorf cho'kmalar hosil bo'ladigan reaksiyalarni qo'llashga asoslangan.
- G) Cho'ktirish metodi titrlashda kristall cho'kmalar hosil bo'ladigan reaksiyalarni qo'llashga asoslangan.
29. Cho'ktirish metodi asosan qanday usullarga bo'linadi?
- A) Cho'ktirish metodi asosan argentometriya va titanometriya metodlariga bo'linadi.
- B) Cho'ktirish metodi asosan argentometriya va terimetriya metodlariga bo'linadi.
- V) Cho'ktirish metodi asosan argentometriya va merkurometriya metodlariga bo'linadi.
- G) Cho'ktirish metodi asosan argentometriya va vanadatometriya metodlariga bo'linadi.
30. Argentometriya metodida asosan qanday indikatorlar qo'llaniladi?
- A) (NH₄)₂CrO₄; B) H₂CrO₄; V) K₂Cr₂O₇; G) K₂CrO₄
31. Cho'ktirish metodida titrlash egri chizig'ining keskin o'zgarish sohasi asosan nimalarga bog'liq bo'ladi?
- A) cho'ktirish metodida titrlashda hosil bo'ladigan birikmaning eruvchanlik ko'paytmasi qanchalik kuchli bo'lsa, titrlash egri chizig'idagi keskin o'zgarish sohasi shunchalik katta bo'ladi.
- B) cho'ktirish metodida titrlashda hosil bo'ladigan birikmaning eruvchanlik ko'paytmasi qanchalik katta bo'lsa, titrlash egri chizig'idagi keskin o'zgarish sohasi shunchalik katta bo'ladi.
- V) cho'ktirish metodida titrlashda hosil bo'ladigan titrlash egri chizig'ining keskin o'zgarish sohasi ularning eruvchanlik ko'paytmasiga bog'liq bo'lmaydi.
- G) cho'ktirish metodida titrlashda hosil bo'ladigan birikmaning eruvchanligi qancha katta bo'lsa, titrlash egri chizig'ining keskin o'zgarish sohasi shuncha katta bo'ladi.
32. Redoksimmetriya metodlarida ekvivalent nuqta qanday aniqlanadi?
- A) Ekvivalent nuqta indikatorlar yordamida aniqlanadi.
- B) Ekvivalent nuqta eritma muhitining o'zgarishi bilan aniqlanadi.
- V) Ekvivalent nuqta oksidlovchi eritmasining rangi o'zgarishi bilan aniqlanadi.
- G) Ekvivalent nuqta eritma oksidlash potensialining o'zgarishi bilan aniqlanadi.
33. Ushbu reaksiyada $\text{Sn}^{+2} + 2\text{Fe}^{+3} \rightarrow \text{Sn}^{+4} + 2\text{Fe}^{+2}$ qaysi ion oksidlovchi, qaysi biri qaytaruvchi ekanligini aniqlang.
- A) Sn⁺², Fe⁺²; B) Sn⁺⁴, Fe⁺³ V) Fe⁺³, Sn⁺²; G) Fe⁺³, Sn⁺⁴.

34. Eritmalarning oksidlash potentsiali? Qaysi formula bilan ifodalanadi?
35. Eritmalarni oksidlash potentsialiga konsentrasiya ta'siri qanday izohlanadi?
- A). Nernst formulasidan ma'lumki, eritmalarning oksidlash potentsiali eritmadagi ionlarining oksidlangan va qaytarilgan formulalari konsentrasiyasiga bog'liqdir.
- B). Nernst formulasidan ma'lumki, eritmaning oksidlash potentsiali eritmasidagi oksidlangan formaning konsentrasiyasiga bog'liqdir.
- V). Nernst formulasidan ko'rinadiki, eritmaning oksidlash potentsiali eritmadagi qaytarilgan formaning konsentrasiyasiga bog'liqdir.
- G) Nernst formulasidan ko'rinadiki, eritmaning oksidlash potentsiali oksidlovchi qabul qilgan elektronlar soniga bog'liqdir.
36. Eritmaning oksidlash potentsialiga $[H^+]$ ionlari konsentrasiyasining ta'siri qanday reaksiyalarda kuzatiladi?
- A) Kuchli oksidlovchi xossasiga ega bo'lgan kislorodni kislota tuzlari kislota ishtirokida reaksiyaga kirishganda.
- B) Kuchli oksidlovchi xossasiga ega bo'lgan kislorodsiz kislota tuzlari kislota ishtirokida reaksiyaga kirishganda.
- V) Kuchli oksidlovchi xossasiga ega bo'lgan kislorodli kislota tuzlari suvli muhitda reaksiyaga kirishganda.
- G) Kuchli oksidlovchi xossasiga ega bo'lgan kislorodli kislota tuzlari ishqoriy muhitda reaksiyaga kirishganda.
37. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida oksidlovchi bilan qaytaruvchining oksidlanish potentsiali qanday o'zgaradi.
- A) Oksidlovchining oksidlash potentsiali kamayib boradi, qaytaruvchining oksidlash potentsiali ortib boradi.
- B) Oksidlovchining oksidlash potentsiali ortib boradi, qaytaruvchining oksidlash potentsiali kamayib boradi.
- V) Oksidlovchining oksidlash potentsiali ham qaytaruvchining oksidlash potentsiali ham kamayib boradi.
- G) Oksidlovchining oksidlash potentsiali ham qaytaruvchining oksidlash potentsiali ham ortib boradi.
38. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari qanday holda kimyoviy muvozanatda keladi.
- A) Oksidlovchining oksidlash potentsiali qaytaruvchining oksidlash potentsiali katta bo'lgan taqdirda kimyoviy muvozanat qaror topadi.
- B) Qaytaruvchining oksidlash potentsiali oksidlovchining oksidlash potentsialidan katta bo'lgan taqdirda kimyoviy muvozanat qaror topadi.
- V) Oksidlovchining oksidlash potentsiali bilan qaytaruvchining oksidlash potentsiali o'zaro teng bo'lgan taqdirdagina kimyoviy muvozanat qaror topadi.
- G) Oksidlovchining oksidlash potentsiali qaytaruvchining oksidlash potentsialidan kichik bo'lgan taqdirdagina kimyoviy muvozanat qaror topadi.
39. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridagi muvozanat konstantasi nimani bildiradi?
- A) Muvozanat konstantasining son qiymatiga qarab reaksiya mahsulotlariga nisbatan reaksiyaga kirishmay qolgan moddalar necha marta kamligini bildiradi.

B) Muvozanat konstantasining son qiymatiga qarab reaksiya natijasida oksidlangan va qaytarilgan sonlar konsentrasionalari ko'paytmasi muvozanat vaqtida oksidlovchi va qaytaruvchi ionlarining reaksiyaga kirishmay qolgan konsentrasionalari ko'paytmasiga qaraganda shuncha marta ortiq ekanligini bildiradi.

V) Muvozanat konstantasining son qiymatiga qarab reaksiya mahsulotlari konsentrasionalari ko'paytmasi muvozanat paytidagi reaksiyaga kirishmay qolgan moddalar konsentrasionalari ko'paytmasiga nisbatan shuncha marta ortiq ekanligini bildiradi.

G) Muvozanat konstantasining son qiymatiga qarab reaksiyaga kirishmay qolgan moddalar konsentrasionalari ko'paytmasi muvozanat paytidagi reaksiya mahsulotlari konsentrasionalari ko'paytmasidan shuncha marta ortiq ekanligini bildiradi.

40. Titrlashning ekvivalentlik va oxirgi nuqtaning bir-biridan farqini tushuntiring.

41. Ekvivalentlik nuqtasini aniqlash usullari va sharoitlarini tavsiflab bering.

42. Kislota-asosli titrlashning asosiy metodlari qanday nomlanadi va ular nimalarga asoslanadi?

43. Birlamchi va ikkilamchi standartlarga qo'yiladigan talablar, ulardan standart eritmalar tayyorlashning mohiyati nimaga asoslangan?

44. pH-indikatorlarning ion nazariyasi kim tomonidan va qachon taklif qilingan?

46. Ishchi eritma kislota bo'lgan analiz metoli qanday nomlanadi?

47. "Guvoh" ishtirokida titrlash qanday bajariladi?

48. Hajmiy analiz bilan tortma analiz o'rtasida qanday bog'lanish bor?

49. Analitik usul va reaksiyalarning selektivligi hamda sezgirligi nima?

50. CaCO_3 da Ca ning miqdorini aniqlash uchun analizga tortib olingan 0,4116 g CaCO_3 HCl da eritildi, so'ngra eritmaga $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ qo'shildi. Cho'kma qizdirilgach, 0,3202 g CaO hosil bo'lgan bo'lsa, CaCO_3 da Ca ning foiz miqdorini hisoblang.

A) 30%; B) 40%; V) 50%; G) 60%.

YAKUNIY XULOSALAR

Miqdoriy analizning kimyoviy metodlari turli-tuman moddalarning tarkibini aniqlashga imkon beradi. Lekin kimyoviy metodlar ishlab chiqarishni nazorat qilishning talablarini ba'zi hollarda qanoatlantirmaydi. Masalan, tekshirilayotgan moddalar tarkibidagi ba'zi bir qo'shimchalarni aniqlashda kimyoviy metodlarning sezgirligi yetarli darajada bo'lmaydi. Bundan tashqari, gravimetrik aniqlashlar ko'p vaqt talab qilsa, titrimetrik analizlarning qo'llanilishi ham chegarali hisoblanadi. Shu sababli, hozirgi davrda analizning yangi, sezgirligi yuqori bo'lgan va tez bajariladigan metodlarini yaratishga e'tibor berilmoqda. Bu jihatdan fizik-kimyoviy va fizikaviy metodlar istiqbolli hisoblanadi.

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.

Gravimetrik analiz asosida modda tarkibiga kiruvchi elementlar massalari nisbatlari doimo bir xilligini ifodalovchi tarkibning doimiylik qonuni va reaksiyada

ishtirok etuvchi elementlar massalarining bir-biriga nisbati o'zgarmasligini ifodalovchi ekvivalentlar qonuni yotadi. 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 metalning massasini tortishga asoslangan.

Gravimetrik analiz nisbatan aniq metod, lekin uning qo'llanilishi chegaralangan, chunki amalda erimaydigan anorganik moddalarning soni ko'p emas. Cho'ktiriluvchi sifatida organik moddalarning qo'llanila boshlanishi bu eski metodning foydalanish ko'lamini ancha kengaytirdi.

Hajmiy analizning asosiy afzalligi aniqlashlarning tez bajarilishi, ya'ni reaktivning aniq konsentratsiyali standart ishchi eritmasi yoki titrlangan eritmasi bilan reaksiyaga sarflangan hajmi aniq o'lchanadi.

Titrimetrik metodning aniqligi gravimetrik metodning aniqlik darajasidan kamroq bo'lishiga qaramay, uning aniqlik darajasi texnik maqsadlar, shuningdek, ilmiy maqsadlar uchun yetarlidir.

Fan bo'yicha yechimini kutayotgan ilmiy muammolar.

Eslatma: yechimini kutayotgan ilmiy muammolar har bir mavzuda berilgan.

Asosiy va qo'shimcha adabiyotlar ro'yxati:

1. Alekseyev V.N.. «Miqdoriy analiz». T., «O'qituvchi», 1975- yil.
2. Mirkomilova M. «Analitik kimyo». T., «O'zbekiston», 2002-yil.
3. Rasulov K.R. «Analitik kimyo». T., G'.G'ulom nomidagi NMIU, 2004-yil.
4. Fayzullayev O. «Analitik kimyo». S., SamDU nashri, 2000-yil.
5. Barsukova Z.A. «Аналитическая химия». М., «Высшая школа», 1990.
6. Пиккеринг У.Ф. «Современная аналитическая химия». М., «Химия», 1998.
7. Turobov N., Boboyev N. «Analitik kimyo». Ma'ruzalar matni T., O'zbekiston Milliy universiteti., 2000-yil.

Mundarija

So'z boshi	2	
Fanning maqsad va vazifalari	3	
Fan bo'yicha reyting ishlanmasi va baholash mezonlari	4	
Miqdoriy analizning vazifasi va metodlari.		6
1-mavzu bo'yicha mustaqil ish topshiriqlari	14	
Tortma analizning mohiyati. Cho'kmalarga qo'yiladigan talablar...	15	
2-mavzu bo'yicha mustaqil ish topshiriqlari	28	
Hajmiy analiz va uning metodlari. Titrlangan eritmalar tayyorlash.	29	
3-mavzu bo'yicha mustaqil ish topshiriqlari	36	
Neytrallash metodining mohiyati.....		38
4-mavzu bo'yicha mustaqil ish topshiriqlari	50	
Oksidlanish-qaytarilish (redoksimetriya) metodlari.....		51

5-mavzu bo'yicha mustaqil ish topshiriqlari	67
Laboratoriya mashg'ulotlari.....	68
Miqdoriy analizda qo'llaniladigan laboratoriya jihozlari va idishlar.....	.68
№1. Bariy xlorid kristallogidрати tarkibidagi kristallizatsion suvni aniqlash.....	70
№2. Tuproqning namlik darajasini aniqlash	73
№3. Xlorid kislotaning standartlashtirilgan ishchi eritmasini tayyorlash va u yordamida eritmadagi ishqor miqdorini aniqlash.....	76
№5 Mor tuzi tarkibidagi temir (II) miqdorini permanganometriya metodi bilan aniqlash.	80
Talabalar mustaqil ish topshiriqlari	82
Nazorat savollari	86
O'tilgan mavzular bo'yicha yakuniy xulosalar	93
Asosiy va qo'shimcha adabiyotlar ro'yxati	94