

**M.S. Sharipov
N.I. Nazarov
M.M. Amonova**

**ANALITIK KIMYO FANIDAN
LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI**

BUXORO-2018

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi

Buxoro davlat universiteti

“Kimyo” kafedrasi

M.S. Sharipov

N.I. Nazarov

M.M. Amonova

ANALITIK KIMYO FANIDAN LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI

Texnika fanlari doktori, professor

M.R. Amonov tahriri ostida

Buxoro davlat universiteti tabiiy fanlar ilmiy kengashi

**5 440400 – kimyo ta'lim yo'nalishi talabalari uchun uslubiy qo'llanma
sifatida tavsiya etgan**

Buxoro-2018

M.S.Sharipov, N.I.Nazarov, M.M.Amonova. **Analitik kimyo fanidan laboratoriya mashg'ulotlari.** –Buxoro:2018. –70 bet.

Qo'llanma miqdoriy tahlilning kimyoviy usullarini qo'llab bajariladigan 25 ta laboratoriya ishlarini o'z ichiga olgan bo'lib, har bir mavzu bo'yicha laboratoriya mashg'ulotlari uchun kerakli reaktivlar, ishni bajarish tartibi, bajariladigan topshiriqlar hamda har bir ishda hisobot yozish namunasi bayon etilgan.

Qo'llanma 5140500 – kimyo ta'limi yo'nalishi 2 bosqich talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, undan biologiya, ekologiya, agronomiya, tuproqshunoslik shuningdek boshqa o'quv yurtlarning kimyo fanidan tahsil olayotgan talabalari hamda maktab va litsey o'qituvchilari ham foydalanishlari mumkin.

Buxoro davlat universiteti tabiiy fanlar ilmiy metodik kengashining 2018 yil -noyabrdagi 3-son qarori bilan chop etishga ruxsat etilgan.

Taqrizchilar:

k.f.n., dotsent I.I.Nazarpv (BuxDTI Tibbiy kimyo kafedrasi mudiri)

t.f.n., dotsent H.Q. Razzoqov (BuxDU kimyo kafedrasi dotsenti)

© M.S. Sharipov 2018

So'z boshi

Qo'llanma universitet kimyo mutaxassisligi talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, 5140500- kimyo ta'limi yo'nalishi uchun tuzilgan dasturga muvofiq yozildi.

Qo'llanma asosan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarishni o'z ichiga oladi. Unda har bir mavzu bo'yicha laboratoriya mashg'ulotlari uchun kerakli reaktivlar, ishni bajarish tartibi, bajariladigan topshiriqlar hamda har bir ishda hisobot yozish namunasi aniq va tushunarli bayon etilgan.

Qo'llanma miqdoriy tahlilning kimyoviy usullarini qo'llab bajariladigan 25 ta laboratoriya ishlarini o'z ichiga olgan.

Ushbu uslubiy qo'llanma miqdoriy tahlil kursidan yozilgan dastlabki urinish bo'lganligidan ba'zi nuqsonlardan ham holi emas. Qo'llanma haqidagi fikr-mulohazalar mamnuniyat bilan qabul qilinadi va mualliflar bu o'rtoqlarga samimiy minnatdorchilik bildiradilar.

Mualliflar

Miqdoriy tahlil, uning vazifasi va usullari

Miqdoriy tahlil tekshirilayotgan modda tarkibini miqdor jihatdan o'rganadigan usullar majmuasidan iborat. Miqdoriy tahlilning vazifasi birikma tarkibidagi ayrim elementni yoki aralashma, qotishma va eritmalar tarkibidagi birikmalarning miqdorini aniqlashdan iborat. Miqdoriy tahlilning kimyoviy, fizik-kimyoviy va fizikaviy usullari bor.

Har qanday miqdoriy tahlilning asosi o'lchashdir. Kimyoviy tahlil usullari massa va hajmni o'lchashga asoslangan bo'lib, ularga quyidagilar kiradi:

1. Tortma (gravimetrik) tahlil
2. Hajmiy (titrimetrik) tahlil
3. Gaz tahlili

Tortma tahlil deb tahlil qilinadigan modda massasini aniq o'lchashga asoslangan miqdoriy aniqlashga aytiladi. Tortma (gravimetrik) tahlil yetarli darajada aniq natijalar beradi, lekin uni bajarish uchun ko'p vaqt ketadi. Tekshiriladigan modda namunasi analitik tarozida tortiladi, so'ngra namuna eritmaga o'tkaziladi, zaruriy komponent (miqdori aniqlanishi kerak bo'lgan ion) kam eruvchan va aniq tarkibli birikma holida cho'ktiriladi, cho'kmani filtrlab eritmadan ajratiladi. Cho'kma doimiy massaga kelguncha quritiladi va analitik tarozida tortiladi. Cho'kmaning massasini bilgan holda zaruriy komponentlarning massasi topiladi.

Hajmiy (titrimetrik) tahlil reaksiyaga kirishayotgan eritmalar hajmini o'lchashga asoslangan. Ulardan birining konsentratsiyasi ma'lum bo'lib, ikkinchi eritmaning konsentratsiyasi titrlash asosida hisoblanadi. Hajmiy (titrimetrik) tahlil tarkibi tekshirilayotgan eritmaga reaktiv eritmasidan ekvivalent miqdorida quyiladi. Uning ekvivalent nuqtasi indikatorlar yordamida yoki boshqa usulda aniqlanadi.

Gaz tahlilida gazlar aralashmasi maxsus reaktiv eritmasi orqali o'tkazilgan ayrim komponentlarning eritmaga yutilishi tufayli gazlar aralashmasining hajmi kamayadi. Ana shunga asoslanib aralashmadagi ba'zi gazlarning hajmiy ulushi yoki massa ulushi foizlarda aniqlanadi.

Ishlab chiqarishning hamma sohalarida qo'llaniladigan miqdoriy tahlil metodlariga texnik tahlil deyiladi. Bir moddani ham tortma ham hajmiy tahlil bilan analiz qilish mumkin. Analitik tahlil uchun aniqlash usulini tanlaganda tahlilning aniqligi va tahlilning bajarilish tezligiga e'tibor berish kerak. Agar aniqlashlar ko'p bo'lsa, bu holda reaktivning topilishiga va uning bahosiga e'tibor berish kerak.

Ilmiy ish maqsadida o'tkaziladigan tahlilda eng yuqori aniqlik beradigan tahlil usullari qo'llaniladi. Bunda tahlilni o'tkazish uchun ketgan vaqt qo'llaniladigan reaktivlarning bahosi hisobga olinmaydi. Ishlab chiqarish sharoitida esa, agar tahlil usuli talab qilinadigan aniqlikni bersa, usulning tez bajarilishiga va oddiyligiga alohida e'tibor beriladi.

Tahlil uchun olingan moddaning miqdoriga ko'ra analitik usullar quyidagicha tavsiflanadi.

Analitik usullar tasnifi

№	Nomlanishi (qavs ichida usulning yangi nomi)	Olingan modda miqdori	
		g	ml
1	Makrotahlil (gramm-usuli)	1-10	1-100
2	Yarim mikrotahlil	0,05-0,5	1-10
3	Mikrotahlil (milligramm-usuli)	$0,001-10^{-6}$	$0,1-10^{-4}$
4	Ultramikrotahlil (mikrogramm usuli)	$10^{-6}-10^{-9}$	$10^{-4}-10^{-6}$
5	Submikrotahlil (nanogramm usul)	$10^{-9}-10^{-12}$	$10^{-7}-10^{-10}$
6	Subultramikrotahlil (pikogramm metodi)	10^{-12}	10^{-10}

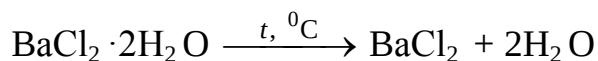
Kimyoviy tahlil ko'pincha yarim mikrousulda bajariladi, bunda reaktivlar kam sarflanadi, kichik hajmli idishlardan foydalanish ham mumkin. Agar tahlil to'g'ri bajarilsa, yarim mikrousul juda aniq natijalar beradi.

Hozirgi paytda ishlab chiqarish va ilmiy tekshirish laboratoriyalarda murakkab apparatlar va asboblarning qo'llanilishiga asoslangan fizikaviy va fizik-kimyoviy tahlil usullari keng qo'llanilmoqda. Bunday usullar yordamida tahlil qilinadigan moddadan minimal miqdorda sarflab, tahlilni juda tez bajarish mumkin. Lekin kimyoviy tahlil usullarini o'rganish analitikning fikr doirasini o'stirishda asos bo'lib xizmat qiladi.

Gravimetrik (tortma) tahlil usuli

1-ish. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dagi kristallizatsiya suvi miqdorini aniqlash

Aniqlash quyidagi reaksiyaga asoslangan:



Aniqlash tartibi: a) *tortim olish*. Tozalab yuvilgan va quritilgan byuks 120-125⁰C haroratdagi quritish shkafiga qo'yiladi (byuksning qopqog'ini to'la bekitmasdan), 30-40 daqiqadan keyin byuks sovutish uchun eksikatorga qo'yiladi. Sovuganidan so'ng analitik tarozida tortiladi va natijasi daftarga yoziladi. So'ngra byuks yana tarozida tortiladi va keyingi ikki tortish orasidagi farq 0,0002 g dan kam bo'lganda to'xtatiladi. Qayta kristallash yo'li bilan tozalangan va havoda quritilgan (tarkibida gigroskopik suvi bo'lgan) bariy xloriddan texnik-kimyoviy tarozida 2 g tortib olib, aniq massali byuksga solinadi, byuksning qopqog'i bekitiladi va analitik tarozida tortiladi.

b) *quritish*. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tortimi solingan byuksning qopqog'ini olib, qirrasi bilan byuks og'ziga qo'yiladi. Shunday holatda byuks 120-125⁰C haroratda quritish shkafiga 25-30 daqiqa davomida quritiladi, bundan yuqori haroratda tuz qisman parchalanishi va uchib ketishi, pastroq haroratda esa kristallizatsiya suvining bir qismi haydalmasdan qolishi mumkin. So'ngra byuks va qopqog'i eksikatorga joylanadi. 15-20 daqiqa o'tgach, moddaning harorati tarozili xona harorati bilan bir xil bo'lganda byuksning qopqog'i bekitiladi va tarozida tortiladi.

v) *hisoblash*. Analitik tarozida tortish natijalari va tahlil bajarilganligi tartibi laboratoriya jurnaliga yoziladi, so'ngra ular asosida hisoblashlar qilinadi. Ish jurnaliga hisobot yozish namunasi:

Vaqt «_____» _____ 2004 yil.

Mavzu: $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tarkibidagi kristallizatsiya suvi miqdorini aniqlash

Ish №1

1. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tortimini olish. Byuksning massasi

1- tortish 12,2165 g

2- tortish 12,2164 g

3- tortish 12,2162 g

Byuksning doimiy massasi 12,2162 g

Byuksning $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ bilan massasi 14,5602 g

$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tortimi massasi 2,3440 g

2. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tortimini quritish. Bariy xloridli byuksning quritishdan keyingi massasi

1- tortish 14,2107 g

2- tortish 14,2103 g

3- tortish 14,2102 g

$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ li byuksning doimiy massasi 14,2102 g

3. Kristallizatsiya suvining massasini hisoblash:

$$14,5602 - 14,2102 = 0,3500 \text{ g H}_2\text{O}$$

4. Kristalizatsiya suvning miqdorini (% da) hisoblash

$$2,3440 \text{ g BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ — } 100\%$$

$$0,3550 \text{ g BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ — } x \%$$

$$x = \frac{0,3500 \cdot 100}{2,3440} = 14,93\%$$

5. Analiz xatosini aniqlash. Kristallohidrat formulasiga kirgan suvning massasi nazariy miqdori bo'lib, proporsiya orqali quyidagicha hisoblanadi.

$$244,3 \text{ g BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ — } 36 \text{ g H}_2\text{O saqlaydi}$$

$$100 \text{ g BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ — } x \text{ g H}_2\text{O saqlaydi}$$

$$x = \frac{36 \cdot 100}{244,3} = 14,75\%$$

Absolyut xato analiz natijasida topilgan miqdor bilan nazariy miqdor orasidagi farqni ifodalaydi: $14,75 - 14,93 = (-0,18) = 0,18\%$

Nisbiy xato absolyut xatoning qiymatini analiz natijasida olinish zarur bo'lgan qiymatga nisbati bilan aniqlanadi. Olingan natijani 100 ga ko'paytirib, nisbiy xato (% larda) ifodalanadi:

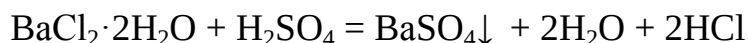
$$\frac{0,18 \cdot 100}{1,475} = 1,22\%$$

2-ish $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tarkibidagi Ba^{+2} miqdorini gravimetrik aniqlash

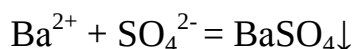
Idishlar: 100 ml li 2 ta stakan; soat oynasi; shisha tayoqcha; voronka; yuvgich; chinni tigel; eksikator.

Reaktivlar: $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kristallari; 2n H_2SO_4 ; 2M HCl; yuvuvchi suyuqlik (distillangan suv + 2-3 ml 2n H_2SO_4); 2 M AgNO_3

Bariy xlorid tarkibidagi Ba^{2+} ionlarini tortma usulda aniqlash quyidagi reaksiyaga asoslangan:



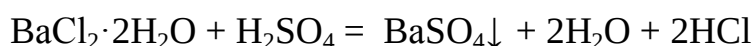
yoki ionli ko'rinishda



Analiz quyidagi tartibda bajariladi:

a) tortimni hisoblash; b) tortimni olish; v) cho'ktiruvchi miqdorini hisoblash; g) bariyni BaSO_4 ko'rinishida cho'ktirish; d) cho'kmani yuvish va quritish; e) analiz natijalarini hisoblash va absolyut hamda nisbiy xatolarni aniqlash.

Tortimni hisoblash. Tortim $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan shunday miqdorda olish kerakki undan tahminan 0,4 g BaSO_4 cho'kmasi olinsin:



$$244,3 \text{ g } \text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ — } 233,4 \text{ g } \text{BaSO}_4$$

$$x \text{ g } \text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ — } 0,4 \text{ g } \text{BaSO}_4$$

$$x = \frac{244,3 \cdot 0,4}{233,4} = 0,42$$

Tortim olish. Hisoblanganga yaqin, taxminiy tortim soat oynasida (byuksda) oldin texnokimyoviy tarozida keyin esa analitik tarozida (0,0002 g aniqlikgacha) tortib olinadi. Modda hajmi 100 ml bo'lgan stakanga solinadi va soat oynasi (byuks) yana analitik tarozida tortiladi. Namuna miqdori farqdan topiladi, ya'ni:

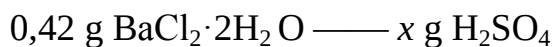
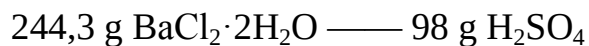
$$m = m_1 - m_2$$

bunda m_1 – soat oynasi (byuks) ning $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ bilan massasi, g;

m_2 - soat oynasining massasi, g;

m - $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ning massasi, g.

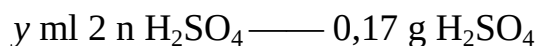
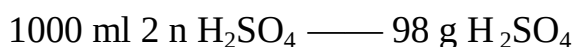
Cho'ktiruvchi miqdorini hisoblash. 2n H₂SO₄ bilan cho'ktiriladi, reaksiya tenglamasiga muvofiq uning hajmi hisoblanadi.



$$x = \frac{98 \cdot 0,42}{244,3} = 0,17$$

Cho'ktirish uchun olinadigan 2n H₂SO₄ hajmini hisoblaymiz. Sulfat kislotaning ekvivalent molyar massasi

$$M(1/2 \text{ H}_2\text{SO}_4) = 49 \text{ g}$$



$$y = \frac{0,17 \cdot 1000}{98} = 1,73 \text{ ml}$$

Odatda cho'ktiruvchi ikki baravar ortiqcharoq olinadi.

BaSO₄ ning cho'kishi. Stakanga o'tkazilgan BaCl₂·2H₂O namunasi 30 ml distillangan suvda eritiladi va 2-3 ml 2 n HCl eritmasi qo'shiladi. Ikkinchi stakanga 30 ml distillangan suv va hisoblangan miqdordagi 2 n H₂SO₄ quyiladi. Har ikkala stakan asbestlangan to'r ustida gorelka bilan yoki suv hammomida 60-80 °C da (qaynamasin) qizdiriladi. Qizdirish tugagandan so'ng sulfat kislotaning issiq eritmasini tomchilatib, shisha tayoqcha orqali BaCl₂ ning issiq eritmasiga quyiladi va tayoqcha bilan yaxshilab aralashtiriladi. Stakan qog'oz "qopqoq" bilan bekitiladi va navbatdagi darsgacha qoldiriladi.

Cho'kmaga ishlov berish, yuvish va quritish. Sistema qatlamlarga ajralgandan keyin cho'ktirishning to'liq borganligi tekshiriladi. Cho'kmali eritmaga stakan devori orqali 2-3 tomchi 2 n H₂SO₄ quyiladi. Agar eritma tiniqligicha qolsa, Ba²⁺ to'liq cho'kkan. Agar salgina loyqalansa, yana 2-3 ml sulfat kislota qo'shiladi, yaxshilab aralashtiriladi, cho'kish to'liq borganligi tekshiriladi.

Filtrlash ko'k lentali zichligi katta bo'lgan filtr orqali dekantatsiya usuli bilan amalga oshiriladi. Cho'kmani yuvish uchun issiq yuvuvchi suyuqlik (distillangan suv + 2-3 ml 2 n H₂SO₄) ishlatidladi. Yuvish eritmada Cl⁻ ionlari qolmaguncha

davom ettirilishi kerak. Agar filtratda 1-2 tomchi AgNO_3 tomizilganda tiniqligicha qolsa, cho'kmani yuvish tugatiladi. Filtrdagi cho'kma quritish shkafiga quritiladi va keyin doimiy massaga kelguncha tigelga o'tkaziladi, hamda mufel pechida kuydiriladi. Tigel bilan kuydirilgan massa eksikatorga o'tkaziladi, sovutiladi va tortiladi. Oxirgi operatsiya tortishlar orasidagi farq 0,0002 g atrofida bo'lguncha davom ettiriladi. Tortish natijalari laboratoriya jurnaliga yozib boriladi.

Vahti «_____» _____ 2004 yil.

Mavzu: $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tarkibidagi bariy miqdorini aniqlash

Ish № 2

1. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tortimini olish.

Soat oynasining $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ bilan massasi	12,6981 g
Soat oynasining massasi	12,2756 g
Tortim $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,4225 g

2. Cho'ktiruvchi hajmini hisoblash ($2 \text{ n } \text{H}_2\text{SO}_4$)

$$244,3 \text{ g } \text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ — } 98 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$0,4225 \text{ g } \text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ — } x \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$x = \frac{0,4225 \cdot 98}{244,3} = 0,1695 \text{ g}$$

Olingan qiymatni 0,17 g gacha yaxlitlaymiz va $2 \text{ n } \text{H}_2\text{SO}_4$ hajmini hisoblaymiz.

$$1000 \text{ ml } 2 \text{ n } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ — } 98 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$y \text{ ml } 2 \text{ n } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ — } 0,17 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$y = \frac{0,17 \cdot 1000}{98} = 1,73 \text{ ml}$$

Cho'ktirish uchun $\sim 3,5 \text{ ml } 2 \text{ n } \text{H}_2\text{SO}_4$ olinadi.

3. Tigelni doimiy massaga kuydirish:

1- tortish 11,8661g

2- tortish 11,8615g

4. Cho'kmani tigelda kuydirish

1- tortish 12,2661 g

2- tortish 12,2659 g

Kuydirilgan choʻkmaning massasi:

$$12,2659 - 11,8615 = 0,4044 \text{ g}$$

5. 0,4044 g BaSO₄ choʻkmasidagi bariyning massasini hisoblash

$$233,4 \text{ g BaSO}_4 \text{ — } 137,4 \text{ g Ba}^{2+}$$

$$0,4044 \text{ g BaSO}_4 \text{ — } x \text{ g Ba}^{2+}$$

$$x = \frac{0,4044 \cdot 137,4}{233,4} = 0,2380 \text{ g}$$

6. BaCl₂·2H₂O dagi Ba²⁺ ning miqdorini hisoblaymiz

$$0,4225 \text{ BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ — } 0,2380 \text{ g Ba}^{2+}$$

$$100 \text{ g BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ — } y \text{ g Ba}^{2+}$$

$$y = \frac{0,2380 \cdot 100}{0,4225} = 56,33\%$$

Namunadagi Ba²⁺ miqdorini qayta hisoblash faktoridan foydalanib quyidagi formulalar yordamida osongina aniqlash mumkin.

$$F_B = \frac{Ar(\text{Ba}^{2+})}{Mr(\text{BaSO}_4)} = \frac{137,4}{233,4} = 0,5887$$

$$\omega = a_{A_1} \cdot F_B \cdot \frac{100}{a} = 0,4044 \cdot 0,5887 \cdot \frac{100}{0,4225} = 56,35\%$$

7. Analiz xatosini aniqlash. Bariy xloriddagi Ba²⁺ ning nazariy miqdori:

$$233,4 \text{ g BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ — } 137,4 \text{ g Ba}^{2+}$$

$$100 \text{ g BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ — } x \text{ g Ba}^{2+}$$

$$x = \frac{137,4 \cdot 100}{244,3} = 56,24\%$$

a) absolyut xatoni aniqlash:

$$56,33 - 56,24 = (+0,09) = 0,09\%$$

b) nisbiy xatoni aniqlash:

$$\frac{0,09 \cdot 100}{56,24} = 0,16\%$$

Titrimetrik (hajmiy) tahlil usullari

Aniqlanadigan moddaning berilgan miqdori va konsentratsiyasi aniq bo'lgan reaktivning reaksiyasiga kirishuvchi hajmini o'lchashga asoslangan miqdoriy tahlil usuliga titrimetrik (hajmiy) tahlil deb ataladi.

Aniqlanadigan modda miqdoriga reaktiv ekvivalent bo'lgan holat ekvivalent nuqta deb ataladi. Ekvivalent nuqta maxsus asboblari yoki indikatorlar yordamida aniqlanadi. Indikator rangining o'zgarish holatiga titrlashning oxirgi nuqtasi deyiladi. Aniqlanadigan modda eritmasiga unga teng miqdorda sekinlik bilan aniq konsentratsiyali reaktivdan tomchilatib qo'shish jarayoniga titrlash deyiladi. Konsentratsiyasi aniq bo'lgan eritma titrlangan standart ishchi eritma yoki titrant deb ataladi.

Tahlil qilinadigan modda miqdorini aniqlashda ishlatiladigan asosiy reaksiyalarning xarakteriga qarab titrimetrik tahlil usullarini quyidagi guruhlariga bo'lish mumkin.

Usullar guruhlar	Usullar guruhchalari	Alohida usullar	Titrlantlar	To'g'ri titrlash bilan aniqladigan moddalar
Kislota-asosli titrlash usuli	Asidometriya		HCl H ₂ SO ₄ H ₂ C ₂ O ₄	Ishqorlar
	Alkalimetriya		NaOH	Kislotalar
Oksidlanish-qaytarilishli titrlash usuli, redoksimetriya	Oksidimetriya	Permanganometriya Yodometriya Xromometriya Bromometriya Yodatometriya Serimetriya Vanadatometriya	KMnO ₄ J ₂ K ₂ Cr ₂ O ₇ KBrO ₃ KJO ₃ Ce(SO ₄) ₂ NH ₄ VO ₃	Qaytaruvchilar
	Redoksimetriya	Titanometriya Xromometriya	TiCl ₂ CrCl ₂	Oksidlovchilar
Kompleksometrik titrlash usuli, kompleksometriya		Merkurimetriya	Hg(NO ₃) ₂	Galogenidlar
		Sianidometriya	KCN	Ni ²⁺ , Co ²⁺ , Al ³⁺ , Th ⁴⁺ ionlari
	Xelatometriya	Kompleksonometriya	Komplekson (III)	Metall ionlari
Cho'ktirish usuli, sedimetriya		Argentometriya	AgNO ₃	Galogenidlar
		Merkurometriya	Hg(NO ₃) ₂	Xloridlar

Hajmiy tahlilning to'g'ri bajarishning shartlari: 1.Eritmalarning hajmini to'g'ri o'lchash; 2.Standart eritmalar konsentratsiyasining juda aniq bo'lishi; 3.Reaksiyaning tugash paytini aniqlash (indikatorni to'g'ri tanlash).

3- ish. Hajmni o'lchash asboblari bilan ishlashni o'rganish (suvda)

Titrimetrik tahlilda eritma hajmini aniq belgilash uchun o'lchov idishlari: byuretkalar, pipetkalar, o'lchov silindrlari va o'lchov kolbalari ishlatiladi. Suv bilan o'tkaziladigan tajribada ulardan to'g'ri foydalanishni o'rganish lozim, chunki titrimetrik usul bilan tahlil olib borishda asosiy xatolik eritmalar hajmini noto'g'ri belgilash oqibatida kelib chiqadi.

1. Pipetkadan foydalanishni o'rganish.

1-vazifa: Pipetkani distillangan suv bilan to'ldirib «nol» nuqtasini aniqlash.

2. Silindrdan foydalanishni o'rganish.

2-vazifa: Silindrni distillangan suv bilan to'ldirib «nol» nuqtasini aniqlash.

3. Byuretkadan foydalanishni o'rganish.

3-vazifa: Byuretkani distillangan suv bilan to'ldirib «nol» nuqtasini aniqlash.

4-vazifa: a) 4,80 ml b) 8,80 ml o'lchab olish (3 marta takrorlansin).

5-vazifa: 1 tomchi suvning hajmini aniqlash.

1 tomchi suvning hajmini aniqlash uchun byuretka suv bilan to'ldiriladi va nol nuqta aniqlanadi, keyin suvdan 50 tomchi sanab olinadi. Tajriba 2 marta takrorlanadi, olingan qiymat jadvalga yoziladi va 50 tomchi suvning o'rtacha hajmi hisoblanib, 1 tomchi suvning hajmi aniqlanadi.

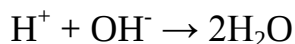
Bir tomchi suvning hajmini aniqlash

№	Tomchining soni, dona	Suvning hajmi, ml	50 tomchi suvning o'rtacha hajmi, ml
1.	50	2,13	$\bar{V} = \frac{2,13 + 2,14 + 2,15}{3} = 2,14 \text{ ml}$
2.	50	2,14	
3.	50	2,15	
	50	$\bar{V} = 2,14$	

$$1 \text{ tomchi suvning hajmi} = \frac{2,14}{50} = 0,04 \text{ ml.}$$

Kislota-asosli titrlash usuli (neytrallash usuli)

Neytrallash usulining asosini gidroksoniy (yoki vodorod ion) va gidroksil ionlarining o'zaro ta'siri natijasida kam ionlanuvchi suv molekulasi hosil bo'lishi tashkil etadi:



Neytrallash usulidan foydalanib kislotalarni ishqorning titrlangan eritmasi yordamida va asoslarni kislotalarning titrlangan eritmasi yordamida hamda kislota va asoslar bilan stexiometrik nisbatda reaksiyaga kirishuvchi boshqa moddalar miqdorini aniqlash mumkin.

Titrlashning maxsus usullarini qo'llab neytrallash usullari yordamida suvsiz eritmalar kuchli, kuchsiz va juda kuchsiz kislotalar aralashmasini hamda asoslar va tuzlar aralashmasini differensial (alohida-alohida) titrlash mumkin.

Ekvivalent nuqtani o'rnatish hamda titrimetrik tahlil usullaridagi kabi neytrallash usullarida ham katta ahamiyatga ega. Amalda ekvivalent nuqta titrlanadigan eritmaga qo'shilgan indikator (1-2 tomchi) rangning o'zgarishi bo'yicha topiladi. Agar titrlanadigan eritmalar kuchli rangli va tiniqmas bo'lsa, indikatorlardan foydalanib bo'lmaydi. Shuning uchun ko'pincha bunday hollarda ekvivalent nuqtani o'rnatishning fizik-kimyoviy usullaridan foydalaniladi. Titrlash jarayonida eritma rangining o'zgarishiga emas, balki unda ayrim elektrokimyoviy ko'rsatkichlarning: elektr o'tkazuvchanlikning (konduktometrik titrlash), oksidlanish-qaytarilish potensialining (potensiometrik titrlash) o'zgarishiga e'tibor beriladi. Ekvivalent nuqtani aniqlashda vizual kuzatishdan emas, balki turli asboblardan foydalaniladi. Istalgan hajmiy tahlilda quyidagi operatsiyalar bajariladi:

1. Standart eritmalar tayyorlash
2. Indikator tanlash.
3. Standart eritmaning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash.
4. Standart eritma bilan aniqlanadigan modda eritmasini titrlash.
5. Analiz natijalarini hisoblash.

4-ish Standart eritmalar tayyorlash

Reaktivlar: konsentrlangan HCl; $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; metiloranj (indikator)

1. Xlorid kislotaning 0,1 n eritmasini tayyorlash. Xlorid kislotaning ishchi eritmasi laboratoriyada konsentrlangan (x.t. – ximiyaviy toza) kislota kerakli miqdorda suv qo'shib suyultirish yo'li bilan tayyorlanadi. 250 ml 0,1 molyar ekvivalent konsentratsiyali eritma tayyorlash kerak. Buning uchun eritmadagi HCl ning massasini quyidagi formula asosida aniqlanadi:

$$m_{\text{HCl}} = \frac{C\left(\frac{1}{Z} \text{HCl}\right) \cdot M\left(\frac{1}{Z} \text{HCl}\right) \cdot V}{1000} = \frac{0,1 \cdot 36,46 \cdot 250}{1000} = 0,9115 \text{ g}$$

Keyingi bajariladigan ishlar uchun ishlatiladigan konsentrasionalangan xlorid kislotaning zichligi aniqlanadi. Buning uchun uzun silindrga xlorid kislota quyiladi va areometr yordamida uning zichligi aniqlanadi. Aytaylik, kislotaning zichligi $1,179 \text{ g/cm}^3$ ga teng bo'lsin. Spravochnikdagi jadvaldan shu zichlikni xlorid kislota necha foiz HCl borligi topiladi. U 36% ga teng. So'ngra 250 ml 0,1n HCl eritmasi tayyorlash uchun konsentrlangan xlorid kislota qancha olish kerakligi hisoblab topiladi.

100 g 36% li HCl da — 36 g HCl bor

x g 36% li HCl da — 0,9115 g HCl bor

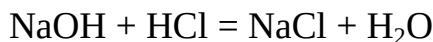
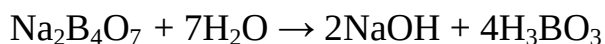
$$x = \frac{100 \cdot 0,9115}{36} = 2,53 \text{ g}$$

Suyuqlikni tarozida tortish noqulay bo'lganligi uchun kislotaning massasi hajmga aylantiriladi:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{2,53}{1,179} = 2,14 \text{ ml}$$

Pipetkada 2,14 ml 36% li xlorid kislota o'lchab olinadi, uni hajmi 250 ml bo'lgan kolbaga solib, belgisiga qadar distillangan suv to'ldiriladi. Tayyorlangan eritma yaxshilab aralashtiriladi.

2. Bura eritmasini tayyorlash va uning konsentratsiyasini aniqlash. Bura xlorid kislota bilan quyidagicha reaksiyaga kirishadi:



Reaksiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki bir mol bura ikki mol HCl bilan reaksiyaga kirishadi. Shuning uchun buraning ekvivalent molyar massasi:

$$M(1/2\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{381,42}{2} = 190,71 \text{ g}$$

250 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1 mol/l bo'lgan eritma tayyorlash uchun zarur bo'lgan bura massasini hisoblaymiz.

$$m_{(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = \frac{C(1/2\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot M(1/2\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot V}{1000} =$$

$$= \frac{0,1 \cdot 190,71 \cdot 250}{1000} = 4,76775 \text{ g}$$

Hisoblanganiga juda yaqin qilib texnokimyoviy tarozida 4,76775 g bura tortiladi, so'ngra u quruq toza byuksga solinadi va analitik tarozida tortiladi. Byuks bilan tortimning birgalikdagi massasi ish daftariga yoziladi.

Bura 250 ml hajmli o'lchov kolbasiga quruq voronka orqali ehtiyotlik bilan solinadi. Shundan so'ng byuks unda qolgan bura zarrachalari bilan yana analitik tarozida tortiladi. Birinchi va ikkinchi tortishdagi farqdan kolbadagi buraning miqdori hisoblab topiladi.

Voronkadagi hamma bura yuvgichdan yuborilayotgan distillangan suv oqimi bilan yuvib kolbaga tushiriladi. So'ngra kolbaga distillangan issiq suv (kolbaning hajmini 2/3 qismiga qadar) qo'shiladi va voronka olinadi.

Aylanma harakat bilan aralashmani chayqatib, kolba ichidagi bura batamom eritiladi. Kolbadagi eritma xona haroratigacha sovitiladi va uning belgisigacha qadar distillangan suv quyiladi. Kolbaning og'zi tiqin bilan berkitiladi va eritma yaxshilab aralashtiriladi. Tayyorlangan eritmaning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini hisoblang.

3. Xlorid kislota eritmasi konsentratsiyasini aniqlash. Byuretkaga yaxshilab yuviladi va standartlangan xlorid kislota eritmasi bilan chayiladi. Voronka orqali byuretkaga xlorid kislota eritmasi nol nuqtadan yuqoriroqgacha solinadi

(byuretkaning oxirgi uchida havo pufakchalari qolmasligini nazorat qiling). Voronkani olib nol nuqtani toping 10 ml li pipetkani natriy tetraborat eritmasi bilan chaying. Toza konussimon titrlash kolbasiga pipetka bilan $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ning standartlangan eritmasidan 10,00 ml o'lchab solinadi va 1-2 tomchi metiloranj indikator eritmasidan qo'shiladi.

Titrlash uchun kolbani byuretkaga ostiga shunday qo'yish kerakki uning oxirgi uchi kolbaga kirib tursin va natriy tetraborat eritmasini xlorid kislota eritmasi bilan aralashtirib turgan holda tomchilatib sariqdan och pushti rangga o'zgarguncha titrlanadi.

Titrlashni yana 2 marta takrorlang, bir-biriga yaqin natijalarning o'rtacha arifmetik qiymatini olib, xlorid kislota eritmasining titrini hisoblang.

4. HCl eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash

Titrlash	$V(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)$, ml	$C(1/2\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)$, mol/l	Indikator metiloranj	$V(\text{HCl})$, ml	$C(\text{HCl})$, mol/l	$T(\text{HCl})$, g/ml
1.	10,00	0,1	1-2			
2.	10,00	0,1	1-2			
3.	10,00	0,1	1-2			
				$\bar{V} =$		

Hisoblarni quyidagi formulalar bo'yicha bajaring:

$$V(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \cdot C(1/2\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = \bar{V}(\text{HCl}) \cdot C(\text{HCl})$$

$$C(\text{HCl}) = \frac{V(1/2\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \cdot C(1/2\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)}{V(\text{HCl})}, \text{ mol/l}$$

$$T(\text{HCl}) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}{1000}, \text{ g/ml}$$

$$K = \frac{C(\text{HCl})_{\text{amal}}}{C(\text{HCl})_{\text{nazar}}}$$

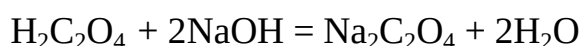
$$C(\text{HCl})_{\text{amal}} = K \cdot C(\text{HCl})_{\text{nazar}}$$

5-ish. Eritmadagi sulfat kislota miqdorini aniqlash

Reaktivlar: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; NaOH ; H_2SO_4 eritmasi; indikator fenolftalein.

1. Oksalat kislotaning standart eritmasini tayyorlash. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1 mol/l bo'lgan 100 ml oksalat kislota eritmasini tayyorlash uchun sarf bo'ladigan oksalat kislotaning massasini aniqlaymiz.

Oksalat kislotaning o'yuvchi natriy bilan o'zaro ta'siri quyidagicha boradi:



Oksalat kislotaning ekvivalent molyar massasi

$$E(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = M/2 = 63,03 \text{ g}$$

Eritma tayyorlash uchun analitik tarozida olinadigan tortimning massasi:

$$\begin{aligned} m_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} &= \frac{C(1/2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) \cdot M(1/2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) \cdot V}{1000} = \\ &= \frac{0,1 \cdot 63,03 \cdot 100}{1000} = 0,6303 \text{ g} \end{aligned}$$

Tortimni hisoblanganiga aniq teng qilib olish shart emas, u ozgina kam yoki ko'p bo'lishi mumkin.

Soat oynasi analitik tarozida tortiladi va natijasi ish jurnaliga yoziladi. Oynaga solingan oksalat kislota tortimi texnokimyoviy tarozida taxminan tortiladi va analitik tarozida tortiladi, natija ish jurnaliga yoziladi. Tortim voronka orqali 100 ml sig'imli o'lchov kolbasiga solinadi, oksalat kislota kristallarining qoldiqlari yuvgichdagi distillangan suv bilan oynadan kolbaga yuvib tushiriladi, kolbaning belgisigacha qadar distillangan suv quyiladi. Kolbani probka bilan berkitib, yaxshilab aralashtiriladi. Tayyorlangan eritmaning titri va ekvivalent molyar konsentratsiyasi hisoblanadi. Ishqorning standart eritmasi bilan oksalat kislotaning 10,00 ml eritmasini titrlash natijasidan tayyorlangan standart eritmaning titri va ekvivalent molyar konsentratsiyasi aniqlanadi.

2. O'yuvchi natriyning standart eritmasini tayyorlash. Eritmada karbonatli ishqorlarni bo'lishi ayniqsa indikator sifatida fenolftalein qo'llanilganda titrlash natijalarining noto'g'ri bo'lishiga olib keladi. Shunga ko'ra ishqor eritmasini tayyorlash uchun ishlatiladigan distillangan suvni 30-40 daqiqa qaynatish yo'li bilan undan CO_2 yo'qotiladi., so'ngra kolba og'zi namlikni hamda CO_2 ni yutish uchun

natron ohakli naycha o'rnatilgan tiqin bilan berkitiladi va xona haroratiga qadar sovutiladi. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1 mol/l ga teng bo'lgan 250 ml ishqor eritmasini tayyorlash uchun zarur bo'lgan NaOH massasini hisoblaymiz:

$$m = \frac{C(\text{NaOH}) \cdot M(1/2\text{NaOH}) \cdot V}{1000} = \frac{0,1 \cdot 40,01 \cdot 250}{1000} = 1,0\text{g}$$

Byuksda hisoblangan miqdordan 10% ko'p ishqor analitik tarozida tortib olinadi. Ishqor sirtidan natriy karbonatni yo'qotish uchun ishqor bo'lakchalari distillangan suv bilan yuviladi. Buning uchun massasi aniq ishqorni stakanchaga solib, unga ozroq iliq distillangan suv solinadi va tezda to'kib tashlanadi. Bunda karbonatlar eriydi va ishqor undan tozalanadi. So'ngra ishqor kolbaga solinadi va karbonat angidrididan tozalangan distillangan suvda eritiladi.

Tayyorlangan eritma solingan idish og'zi berk rezina probka bilan mahkam berkitiladi. So'ngra ishqor eritmasining aniq konsentratsiyasi dastlabki modda bo'yicha hisoblanadi.

Ishqorning ishchi eritmasini tayyorlashda ishqorning oldindan tayyorlangan yuqori konsentratsiyali eritmasidan foydalanilganda dastlab uning zichligi areometr yordamida aniqlanadi. Masalan, zichligi 1,39 g/sm³ ga teng. Spravochnikdagi jadvaldan shu zichlikdagi ishqor eritmasida necha foiz NaOH borligi topiladi, u 36% ga teng, ya'ni 100 g eritmada 36 g NaOH eritmasining massasini hisoblaymiz:

36 g NaOH — 100 g eritmada bo'lsa,

1g NaOH — x g eritmada bo'ladi

$$x = \frac{1 \cdot 100}{36} = 2,78 \text{ g}$$

yoki ishqor eritmasini tarozida tortmaslik uchun hajmga aylantiriladi:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{2,78}{1,39} = 2,00 \text{ ml}$$

Pipetkada 2,00 ml 36% li NaOH eritmasidan o'lchab olinadi, uni hajmi 250 ml bo'lgan o'lchov kolbaga solinadi, kolbaning belgisiga qadar distillangan suv quyiladi va yaxshilab aralashtiriladi. Tayyorlangan eritma probkali shisha idishda saqlanadi.

3. NaOH eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini oksalat kislotaning ishchi eritmasi bo'yicha aniqlash. Yaxshilab yuvilgan byuretk titri aniqlanishi lozim bo'lgan NaOH eritmasi bilan chayiladi va voronka orqali to'ldiriladi. Voronkani olib qo'yib suyuqlikning pastki meniski byuretkaning nol darajasiga to'g'rilanadi.

Pipetka oksalat kislotaning standart eritmasi bilan chayiladi, so'ngra eritmadan pipetka bilan 10,00 ml olib, titrlash kolbasiga solinadi va unga 1-2 tomchi fenolftalein qo'shib aralashtiriladi. So'ngra 30 sekund davomida chayqatilganda yo'qolmaydigan pushti rang paydo bo'lguncha ishqor eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash uch marta takrorlanadi, hisoblash uchun o'rtacha arifmetik qiymat olinadi va o'yuvchi natriy eritmasini ekvivalent molyar konsentratsiyasi hamda titri hisoblanadi.

4. 100 ml eritmadagi sulfat kislota miqdorini aniqlash. 100 ml sig'imli o'lchov kolbasida berilgan nazorat eritma kolbaning belgisiga qadar distillangan suv solib suyultiriladi va yaxshilab aralashtiriladi. Byuretk nol darajasigacha NaOH eritmasi bilan to'ldiriladi. Pipetka vodoprovod suvi, so'ng distillangan suv bilan yuviladi va nazorat eritma bilan chayiladi. Kolbaga titrlash uchun pipetka bilan 10 ml H_2SO_4 eritmasi solinadi, 1-2 tomchi fenolftalein qo'shib aralashtiriladi va 30 soniya chayqatilganda yo'qolmaydigan pushti rang paydo bo'lguncha ishqor eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash uch marta takrorlanadi, hisoblash uchun o'rtacha arifmetik qiymat olinadi. Natijalarni laboratoriya jurnaliga yozish namunasi:

Vaqt «_____» _____ 2004 yil.

Mavzu: Neytrallanish usuli. Eritmadagi sulfat kislota miqdorini aniqlash

Ish №5.

1. Oksalat kislotaning ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1 mol/l bo'lgan 100 ml eritmasini tayyorlash.

Soat oynasining oksalat kislota bilan massasi	12,9054 g
Soat oynasining massasi	12,2756 g
Oksalat kislota tortimi	0,6298 g

2. Oksalat kislotasi eritmasining titrini hisoblash:

$$T_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = \frac{\text{oksalat kislotasi tortimi}}{\text{kolba hajmi}} = \frac{0,6298}{100} = 0,006298 \text{ g/ml}$$

3. Oksalat kislotaning ekvivalent molyar konsentratsiyasini hisoblash:

$$C(1/2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = \frac{T(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot 1000}{M(1/2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = \frac{0,006298 \cdot 1000}{63,03} = 0,9992 \text{ mol/l}$$

4. O'yuvchi natriyning ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1 mol/l bo'lgan 250 ml eritmasini tayyorlash.

Byuksning NaOH bilan massasi 13,2750 g

Byuksning massasi 12,2750 g

NaOH tortimi 1,00 g

5. NaOH eritmasining titrini hisoblash:

$$T_{\text{NaOH}} = \frac{\text{NaOH tortimi}}{\text{kolba hajmi}} = \frac{1,0}{250} = 0,004 \text{ g/ml}$$

6. NaOH eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini hisoblash:

$$C(\text{NaOH}) = \frac{T(\text{NaOH}) \cdot 1000}{M(\text{NaOH})} = \frac{0,004 \cdot 1000}{40,01} = 0,099975 \text{ mol/l}$$

7. NaOH eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash:

Titrlash	V (H ₂ C ₂ O ₄), ml	C (1/2 H ₂ C ₂ O ₄), mol/l	Indikator fenolftalein, tomchi	V (NaOH), mol/l	C (NaOH), mol/l	T (NaOH), g/ml
1.	10,00	0,05		/	/	/
2.	10,00	0,05				
3.	10,00	0,05				
				$\bar{V} = 10,26$	0,09737	0,0038957

$$C(\text{NaOH}) = \frac{V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot C(1/2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{\bar{V}(\text{NaOH})} = \frac{10 \cdot 0,09992}{10,26} = 0,09737 \text{ mol/l}$$

$$T(\text{NaOH}) = \frac{C(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH})}{1000} = \frac{0,09737 \cdot 40,01}{1000} = 0,0038957 \text{ g/ml}$$

$$K = \frac{C(\text{NaOH})_{\text{amal}}}{C(\text{NaOH})_{\text{nazar}}}; \quad C(\text{NaOH})_{\text{amal}} = K \cdot C(\text{NaOH})_{\text{nazar}}$$

8. 100 ml eritmadagi H₂SO₄ miqdorini aniqlash:

Titrlash	V (H ₂ SO ₄), ml	V (NaOH), ml	Indikator fenolftalein, tomchi	C (NaOH), mol/l	C (1/2H ₂ SO ₄) mol/l	T (H ₂ SO ₄), g/ml	m (H ₂ SO ₄), g
1.	10,00	10,84	1-2	0,09737			
2.	10,00	10,86	1-2	0,09737			
3.	10,00	10,85	1-2	0,09737			
		$\bar{V} = 10,85$		0,09737	0,1056	0,005174	0,5174

1-usul. H₂SO₄ eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini hisoblash:

$$C(1/2H_2SO_4) = \frac{\bar{V}(\text{NaOH}) \cdot C(\text{NaOH})}{V(H_2SO_4)} = \frac{10,85 \cdot 0,009737}{10,00} = 0,1056 \text{ mol/l}$$

H₂SO₄ eritmasining titrini hisoblash:

$$T(H_2SO_4) = \frac{C(1/2H_2SO_4) \cdot M(1/2H_2SO_4)}{1000} = \frac{0,1056 \cdot 49}{1000} = 0,00517 \text{ g/ml}$$

bundan 100 ml eritmadagi H₂SO₄ ning massasi:

$$m(H_2SO_4) = T(H_2SO_4) \cdot 100 = 0,005174 \cdot 100 = 0,5174 \text{ g}$$

2 usul. NaOH titrini sulfat kislota bo'yicha hisoblaymiz:

$$T(\text{NaOH}/H_2SO_4) = \frac{C(\text{NaOH}) \cdot M(1/2H_2SO_4)}{1000} = \frac{0,09737 \cdot 49}{1000} = 0,004771 \text{ g/ml}$$

binobarin, 100 ml eritmadagi sulfat kislotaning massasi:

$$m(H_2SO_4) = T(\text{NaOH}/H_2SO_4) \cdot \bar{V}(\text{NaOH}) \cdot 10 = 0,004771 \cdot 10,85 \cdot 10 = 0,5174 \text{ g}$$

6-ish. Alkalimetrik usul bilan kislotalar konsentratsiyasini aniqlash

Reaktivlar: NaOH ning standart eritmasi, HCl va CH₃COOH larning nazorat eritmalari, metiloranj va fenolftalein.

1. HCl eritmasiing titrini NaOH bo'yicha aniqlash. Byuretkaga NaOH ishchi eritmasi bilan to'ldiriladi va nol nuqta topiladi. Pipetka vodoprovod suvi, so'ng distillangan suv bilan yuviladi va nazorat erima bilan chayiladi. Titrlash kolbasiga pipetka bilan 10,00 ml HCl eritmasi o'lchab solinadi va unga 1-2 tomchi metiloranj qo'shib aralashtiriladi. So'ngra 30 sekund davomida chayqatilganda yo'qolmaydigan

pushti rang paydo bo'lguncha ishqor eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash uch marta takrorlanadi, hisoblash uchun o'rtacha arifmetik qiymat olinadi.

2. CH_3COOH eritmasining titrini NaOH bo'yicha aniqlash. Byuretkada distillangan suv bilan yuviladi va NaOH ning ishchi eritmasi bilan chayiladi. Byuretkada NaOH ning ishchi eritmasi bilan to'ldiriladi va nol nuqta topiladi. Pipetkadan vodoprovod suvi, so'ng distillangan suv bilan yuviladi va nazorat eritmasi bilan chayiladi. Titrlash kolbasiga pipetka bilan 10,00 ml HCl eritmasi o'lchab solinadi va unga 1-2 tomchi metiloranj qo'shib aralashtiriladi. So'ngra 30 sekund davomida chayqatilganda yo'qolmaydigan pushti rang paydo bo'lguncha ishqor eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash uch marta takrorlanadi, hisoblash uchun o'rtacha arifmetik qiymat olinadi. Natijalar ish jurnaliga namunadagidek yoziladi.

Vaqt «_____» _____ 2004 yil.

Mavzu: Alkalimetrik usul bilan kislotalar eritmasining konsentrasiyasini aniqlash

Ish № 6

1. HCl eritmasining konsentrasiyasini aniqlash:

Titrlash	V (HCl), ml	V (NaOH), ml	Indikator metiloranj, tomchi	C (NaOH), mol/l	C ($1/2\text{HCl}$), mol/l	T (HCl), g/ml	m (HCl), g
1.	10,00		1-2	0,1			
2.	10,00		1-2	0,1			
3.	10,00		1-2	0,1			
		$\bar{V} =$					

Hisoblashlar quyidagi formulalar bo'yicha topiladi:

$$C(\text{HCl}) = \frac{\bar{V}(\text{NaOH}) \cdot C(\text{NaOH})}{V(\text{HCl})} \text{ mol/l}$$

$$T(\text{HCl}) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}{1000} \text{ g/ml}$$

$$m(\text{HCl}) = T(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) \text{ g}$$

2. CH₃COOH eritmasining konsentratsiyasini aniqlash

Titrlash	V (CH ₃ COOH), ml	V (NaOH), ml	Indikator fenolftalein tomchi	C (NaOH), mol/l	C CH ₃ COOH mol/l	T CH ₃ COOH g/ml	m CH ₃ COOH g
1.	10,00		1-2	0,1			
2.	10,00		1-2	0,1			
3.	10,00		1-2	0,1			
		$\bar{V} =$					

Hisoblashlar quyidagi formulalar bo'yicha topiladi:

$$C(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{\bar{V}(\text{NaOH}) \cdot C(\text{NaOH})}{V(\text{CH}_3\text{COOH})} \text{ mol/l}$$

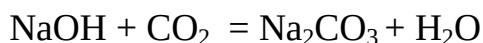
$$T(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{C(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot M(\text{CH}_3\text{COOH})}{1000} \text{ g/ml}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = T(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot \bar{V}(\text{CH}_3\text{COOH}); \text{ g}$$

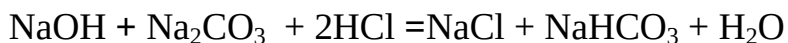
7- ish NaOH va NaCO₃ lar birgalikda ishtirok etganda ularni aniqlash

Reaktivlar: HCl ning 0,1 M eritmasi; nazorat eritma; 0,1% li fenolftalein eritmasi; metiloranj eritmasi.

Ishqorlar havodan CO₂ ni yutib, karbonatlarga aylanadi:



Shuning uchun o'yuvchi natriy eritmasida ko'pincha Na₂CO₃ qo'shimchasi bo'ladi. Nazorat eritmadagi NaOH va Na₂CO₃ miqdorini aniqlash kerak. Bunday eritmani HCl bilan titrlash ketma-ket amalga oshuvchi ikki bosqichda o'tkaziladi.



Birinchi bosqich pH = 8,31 bo'lganda tugaydi, bunda fenolftalein o'z rangini o'zgartiradi, ikkinchi bosqich esa pH = 3,84 bo'lganda, ya'ni metiloranjning rangi o'zgarishi sohasida tugaydi. Fenolftalein ishtirokida nazorat eritmadagi ishqorning hammasi, natriy karbonatning yarmi titrlanadi. Natriy karbonatning qolgan yarmi metiloranj ishtirokida titrlanadi. Tekshirilayotgan eritmadan titrlash kolbasiga pipetka bilan o'lchab 20,00 ml solinadi, 1-2 tomchi fenolftalein qo'shib bir tomchidan pushti rang yo'qolguncha HCl eritmasi bilan titrlanadi. Titrlashga sarf bo'lgan HCl hajmi (V₁) yozib olinadi.

Titrlangan eritmaga 1-2 tomchi metiloranj qo'shib, (bunda eritma sariq tusga kiradi) titrlashni HCl bilan oxirgi bir tomchi HCl dan o'chmaydigan och pushti rang hosil bo'lguncha davom ettiriladi. Titrlashga sarflangan HCl hajmi yozib olinadi (V_2). Titrlash yana ikki marta takrorlanadi va o'xshash natijalardan o'rta arifmetik qiymat olinadi. Tajriba natijalarini jadvalga ko'rsating.

Titrlash	V (eritma), ml	V ₁ (HCl), ml	V ₂ (HCl), ml	C (HCl), mol/l	C (NaOH), mol/l	C 1/2 Na ₂ CO ₃ mol/l	m NaOH, g	m (Na ₂ CO ₃), g
1.	20,00			0,1				
2.	20,00			0,1				
3.	20,00			0,1				
		$\bar{V}_1 =$	$\bar{V}_2 =$					

Hisoblashlarni quyidagi tartibda bajaring.

1. Fenolftalein ishtirokida titrlanganda sarflangan HCl ning o'rtacha hajmi:

$$\bar{V}_1 = 23,20 \text{ ml}$$

2. Metilaranj ishtirokida titrlanganda sarflangan HCl ning o'rtacha hajmi:

$$\bar{V}_2 = 24,60 \text{ ml}$$

3. Na₂CO₃ ning yarmini titrlash uchun sarflangan HCl ning hajmi:

$$\Delta \bar{V} = \bar{V}_2 - \bar{V}_1 = 24,60 - 23,20 = 1,40 \text{ ml}$$

4. Na₂CO₃ ning hammasini titrlash uchun sarflangan HCl ning hajmi:

$$2 \Delta \bar{V} = 2 \cdot 1,40 = 2,80 \text{ ml}$$

5. NaOH ni titrlash uchun sarflangan HCl ning hajmi: $24,60 - 2,80 = 21,80 \text{ ml}$

6. Eritmaning Na₂CO₃ ga nisbatan ekvivalent molyar konsentratsiyasi va massasini hisoblaymiz:

$$\text{1-usul: } C(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot 2\Delta \bar{V}(\text{HCl})}{V(\text{eritma})} = \frac{0,1 \cdot 2,80}{20,00} = 0,014 \text{ mol/l}$$

$$T(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3)}{1000} = \frac{0,014 \cdot 53,0}{1000} = 0,000742 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = T(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V(\text{eritma}) = 0,000742 \cdot 20,00 = 0,01484 \text{ g}$$

2- usul:

$$C(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot 2\Delta \bar{V}(\text{HCl})}{V(\text{eritma})} = \frac{0,1 \cdot 2,80}{20,00} = 0,014 \text{ mol/l}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V(\text{eritma})}{1000} = \\ = \frac{0,014 \cdot 53,0 \cdot 20,00}{1000} = 0,01484 \text{ g}$$

3- usul: eritmadagi Na_2CO_3 ning massasito'g'ridan-to'g'ri quyidagicha topiladi

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{2 \cdot \Delta \bar{V}(\text{HCl}) \cdot M(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot C(\text{HCl})}{1000} = \frac{2,80 \cdot 53,0 \cdot 0,1}{1000} = 0,01484 \text{ g}$$

7. Eritmaning NaOH ga nisbatan ekvivalent molyar konsentratsiyasi va massasi ham shu tartibda topiladi:

1-usul:

$$C(\text{NaOH}) = \frac{\Delta \bar{V}(\text{HCl}) \cdot C(\text{HCl})}{V(\text{eritma})}; \text{ mol/l}$$

$$T((\text{NaOH}) = \frac{C((\text{NaOH}) \cdot M((\text{NaOH}))}{1000}; \text{ g/ml}$$

$$m(\text{NaOH}) = T(\text{NaOH}) \cdot V(\text{eritma}); \text{ g}$$

2-usul:

$$C(\text{NaOH}) = \frac{\Delta \bar{V}(\text{HCl}) \cdot C(\text{HCl})}{V(\text{eritma})}; \text{ mol/l}$$

$$m(\text{NaOH}) = \frac{C(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) \cdot V(\text{eritma})}{1000}; \text{ g}$$

3-usul:

$$m(\text{NaOH}) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot M(\text{NaOH}) \cdot \Delta \bar{V}(\text{HCl})}{1000}; \text{ g}$$

8-ish. Atsidometrik usulda eritmadagi ammiak massasini aniqlash

Reaktivlar: standartlangan HCl eritmasi; ammiak eritmasi; metiloranj.

Ammiak eritmasidan titrlash kolbasiga ma'lum miqdorda oling (o'qituvchi nazorat eritmasi sifatida beradi), unga 1-2 tomchi metiloranj eritmasidan qo'shing va

sariq rang bir tomchi xlorid kislota eritmasidan och pushti rangga o'tguncha standartlangan HCl eritmasi bilan titrlang. Aniqlashni yana ikki marta qaytaring, o'xshash natijalardan o'rta arifmetik qiymatni oling va ammiak massasini hisoblang. Tajriba natijalarini jadvalga ko'rsating.

Titrlash	V (NH ₄ OH), ml	V (HCl), ml	C (HCl), mol/l	Indikator metiloranj, tomchi	T (HCl/NH ₃), g/l	m (NH ₃), g
1.						
2.						
3.						
		$\bar{V} =$				

Hisoblashlarni quyidagi tartibda bajaring:

$$T(\text{HCl/NH}_3) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot M(\text{NH}_3)}{100}; \text{ g/ml}$$

$$m(\text{NH}_3) = T(\text{HCl/NH}_3) \cdot \bar{V}(\text{HCl}); \text{ g}$$

9-ish. Teskari titrlash usuli bilan ammoniy tuzlari tarkibidagi ammiakni aniqlash

Reaktivlar: ammoniy xlorid, natriy gidroksidning 0,1 M eritmasi, xlorid kislotaning 0,1 M eritmasi, lakmus qog'ozi, metiloranj.

Neytrallash usuli yordami bilan ammoniy tuzlari tarkibidagi ammiak miqdorini aniqlash mumkin. Lekin ammoniy tuzlarini ishqor bilan bevosita titrlash mumkin emas, chunki bu holda titrlash egri chizig'ida keskin o'zgarish ro'y bermaydi. Ana shu sababli titrlashni bilvosita yo'llar bilan olib borishga to'g'ri keladi. Buning uchun teskari titrlash usulidan foydalanish mumkin. Bunday titrlash bir necha usul bilan amalga oshiriladi. Shulardan biri bilan tanishamiz.

Bayon qilinayotgan usul bundan avval qo'llanilib kelingan usuldan quyidagicha farq qiladi: analiz qilinadigan modda oldingi usulda eritma holida pipetkalar bilan o'lchab olinsa, teskari titrlash usulida moddaning ma'lum miqdori tarozida tortib olinadi. Analitik tarozida 0,15 grammga yaqin ammoniy xlorid o'lchab

olinadi va konussimon kolbaga solib, 50-60 ml distillangan suvda eritiladi. So'ngra bu eritmadagi natriy gidroksidning titrlangan eritmasidan 40 ml qo'shiladi. So'ngra quyidagi reaksiya tenglamasiga muvofiq hosil bo'layotgan ammiak batamom chiqib ketguncha eritma qizdiriladi:



Distillangan suvda ho'llangan lakmus qog'oz qizdirilayotgan kolbadan chiqayotgan bug'ga tutilganda ko'karmasa, ammiak to'liq yo'qotilgan deb hisoblash mumkin. Qizdirish to'xtatilgandan so'ng eritma sovutiladi va ishqorning ortiqcha miqdori metiloranj indikator ishtirokida xlorid kislotaning ishchi eritmasi bilan titrlanadi. Aniqlash yana ikki marta takrorlanadi, olingan bir biriga yaqin natijalardan o'rtacha arifmetik qiymat chiqariladi. Natijalar laboratoriya jurnaliga yoziladi.

Vahti «_____» _____ 2004 yil.

Mavzu: Teskari titrlash usuli bilan ammoniy tuzlari tarkibidagi ammiakni aniqlash
Ish №9.

1. Ammoniy xlorid eritmasini tayyorlash

Byuksning ammoniy xlorid bilan massasi 12,3005 g

Byuksning massasi 12,1505 g

Ammoniy xlorid massasi 0,15 g

2. Ammoniy xlorid tarkibidagi ammiakning massasini aniqlash

Titrlash	V (HCl), ml	C (HCl), ml	C (NaOH), ml	Indikator metilaranj, tomchi	V (NaOH), ml	m (NH ₃), g	ω (NH ₃), %
1.	14,50	0,1	0,1	1-2			
2.	14,60	0,1	0,1	1-2			
3.	14,70	0,1	0,1	1-2			
	$\bar{V} = 14,60$				25,40		

Titrlash uchun sarflangan xlorid kislota hajmiga natriy gidroksidning ekvivalent hajmini aniqlaymiz:

$$\frac{V(\text{NaOH})}{V(\text{HCl})} = \frac{C(\text{HCl})}{C(\text{NaOH})} \quad \text{yoki} \quad V(\text{NaOH}) \cdot C(\text{NaOH}) = V(\text{HCl}) \cdot C(\text{HCl})$$

$$V(\text{NaOH}) = \frac{\bar{V}(\text{HCl}) \cdot C(\text{HCl})}{C(\text{NaOH})}$$

$$\frac{V(\text{NaOH})}{14,60} = \frac{0,1}{0,1}; \quad V(\text{NaOH}) = \frac{14,60 \cdot 0,1}{0,1} = 14,60 \text{ ml}$$

Ammoniy xlorid bilan reaksiyaga kirishgan natriy gidroksidning hajmi:

$$40,00 - 14,60 = 25,40 \text{ ml}$$

Tortib olingan tuzda ammiakning massasi:

$$M\left(\frac{1}{Z} \text{NH}_3\right) = \frac{M}{1} = 17,03 \text{ g}$$

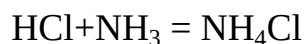
$$m(\text{NH}_3) = \frac{C(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NH}_3) \cdot V(\text{NaOH})}{1000} = \frac{0,1 \cdot 25,40 \cdot 17,03}{1000} = 0,0432562 \text{ g}$$

$$\omega\%(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{m(\text{tortim})} \cdot 100\%$$

$$\omega\%(\text{NH}_3) = \frac{0,0432562}{0,15} \cdot 100 = 28,84\%$$

Bu usul nisbatan kichik aniqlikka ega, chunki natriy gidroksid shisha idishda qizdirilayotganda shisha bilan reaksiyaga kirishadi, buning uchun ma'lum miqdor ishqor sarf bo'lib, u hisobga kirmay qoladi.

Ammoniy tuzi bilan ishqor orasidagi reaksiya ajralib chiqayotgan ammiakni xlorid kislotaning o'lchagan hajmi titri aniq eritmasiga yuborish usuli aniqroq natija beradi. Bunda ammiak bilan kislota orasidagi quyidagicha reaksiya boradi:

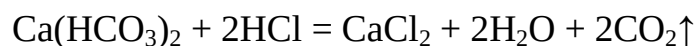


Bu reaksiya paytida sarflanmagan kislotaning miqdori metiloranj indikatorini ishtirokida ishqor bilan titrlansa, yuqorida ko'rib o'tilgan usuldagidek titrlash natijalari ayirmasidan foydalanish qancha HCl ammiak bilan reaksiyaga kirishganligini hisoblab topish oson. Bundan tortib olingan tuzlardagi ammiak massasini topish mumkin.

10-ish. Suvning karbonatli qattiqligini aniqlash

Reaktivlar: Dstillangan suv, vodoprovod suvi, 0,1 M HCl; indikator-metiloranj.

Suvning karbonatli qattiqligini aniqlashda ma'lum hajmdagi suv metiloranj indikatorini ishtirokida xlorid kislotasi bilan titrlanadi, bunda quyidagicha reaksiya sodir bo'ladi.



Konussimon kolbaga tekshirilayotgan suvdan pipetka yordamida 50 ml quyig va unga 2 tomchi metiloranj eritmasidan tomizib, uni byuretkadagi xlorid kislotasi eritmasi bilan pushti rang paydo bo'lguncha titrlang, titrlashda xato qilmaslik uchun nazorat kolba tayyorlang. Buning uchun 50 ml tekshirilayotgan suvga 2 tomchi metiloranj tomizing.

Titrlashni yana ikki marta takrorlang va o'rtacha arifmetik qiymatni oling (keyingi titrlashda sarf bo'ladigan kislotaning miqdori 0,05 ml dan farq qilmaslik kerak). Natijalarni quyidagi jadvalga kiriting.

Titrlash	V (H ₂ O), ml	Indikator metiloranj, tomchi	V (HCl), ml	C (HCl), mol/l	Suvga qattiqlik beruvchi tuzlarning ekvivalent molyar konsentratsiyasi
1	50,00	2		0,1	
2	50,00	2		0,1	
3	50,00	2		0,1	
			$\bar{V} =$		

Karbonatli qattiqlikni aniqlash uchun 1 l suvga to'g'ri keluvchi karbonatlarning mg mollarini hisoblash yo'li bilan tuzlarning ekvivalent molyar konsentratsiyasi hisoblanadi va olingan natija 1000 ga ko'paytiriladi.

$$K = \frac{\bar{V}(\text{HCl}) \cdot C(\text{HCl})}{V(\text{H}_2\text{O})} \cdot 1000$$

Oksidlanish-qaytarilish (redoksimetriya) usuli

Permanganatometriya

11- ish. KMnO_4 ning ishchi eritmasini tayyorlash va uning titrini aniqlash

Reaktivlar: KMnO_4 , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 2n H_2SO_4

Permanganometriyada KMnO_4 ni 0,02-0,05 ekvivalent molyar konsentratsiyali eritmasini ishlatish tavsiya qilinadi. Shuni nazarda tutish kerakki, permanganat toza bo'lmaydi, uning tarkibida har doim qaytarilish mahsulotlari MnO_2 bo'ladi. Bundan tashqari, permanganat chang bilan birga suvga tushadigan qaytaruvchilar (ammiak, organik moddalar va hokazolar) ta'siridan oson parchalanadi. Buning natijasida KMnO_4 eritmasi tayyorlanib bo'lgandan keyin uning konsentratsiyasi biroz kamayadi.

Demak, KMnO_4 aniq miqdorda tortib olish yo'li bilan permanganatning titrlangan eritmasini tayyorlab bo'lmaydi. Tayyorlab qo'yilgan permanganat eritmasining titrini 7-10 kundan keyin aniqlash kerak. Eritmadan MnO_2 cho'kmasini chiqarib yuborish kerak, aks holda u katalizator sifatida KMnO_4 ning parchalanishini tezlatadi.

Permanganat eritmasini qorong'i joyda yoki qora shisha idishlarda saqlash kerak, chunki KMnO_4 ning parchalanish reaksiyasi



yorug'lik ta'sirida tezlashadi. Kislotali muhitda KMnO_4 ning ekvivalent molyar massasi 31,61g.

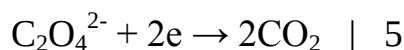
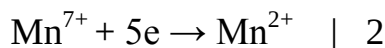
500 ml 0,05 ekvivalent molyar konsentratsiyali eritma tayyorlash uchun olish kerak bo'lgan KMnO_4 ning tortimini hisoblaymiz.

$$m = \frac{C(\text{KMnO}_4) \cdot M(1/5\text{KMnO}_4) \cdot V}{1000} = \frac{0,05 \cdot 31,61 \cdot 500}{1000} = 0,7902 \text{ g}$$

KMnO_4 ning bir qismi distillangan suvga havodan tushgan qo'shimchalarning oksidlanishi uchun sarf bo'lishini inobatga olib, tortimni taxminan 10% ortiqcharoq 0,87 g oling. Tortimni texnokimyoviy tarozida tortib oling va 200 ml issiq distillangan suvga eriting. Undan keyin yana kolbaning belgisigacha distillangan suv quyding va eritmani qorong'i joyga yoki qora idishga solib keyingi darsgacha olib

quying. 7-10 kundan so'ng eritma idish tubiga cho'kkan MnO_2 dan shisha paxta yoki Shotta filtri orqali filtrlab olinadi va titri aniqlanadi. Qog'oz filtrdan foydalanish mumkin emas, chunki qog'oz permanganatni qaytaradi.

1. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ning standart eritmasini tayyorlash. Oksalat kislota kaliy permanganat bilan reaksiyasida qaytaruvchi hisoblanadi va bunda ikkita elektron beradi:



$$M(1/2 \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 63,03$$

500 ml 0,05 ekvivalent molyar konsentrasiyalı eritma tayyorlash uchun zarur bo'lgan oksalat kislota tortimining massasi:

$$m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,05 \cdot 63,03 \cdot 500}{1000} = 1,57575 \text{ g}$$

Analitik tarozida hisoblanganiga yaqin oksalat kislota o'lchab oling, uning sig'imi 500 ml bo'lgan o'lchov kolbasiga soling, eriting, distillangan suv bilan eritmaning hajmini kolba belgisigacha etkazing, probka bilan berkiting va yaxshilab aralashtiring. Tayyorlangan eritmaning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini hisoblang.

2. KMnO_4 eritmasining ekvivalent molyar konsentrasiyasi va titrini aniqlash.

Permanganatometriyada shisha kranli byuretkalardan foydalaniladi. Byuretkani kaliy permanganat eritmasi bilan yuving va nol nuqtagacha KMnO_4 eritmasidan quying, rangli eritma bo'lgani uchun yuqori meniks nol belgisiga to'g'ri bo'lishi kerak. Pipetkani oksalat kislota eritmasi bilan yuving va undan 10 ml titrlash kolbasiga quying, unda silindr bilan o'lchab 8-10 ml 2 ekvivalent molyar H_2SO_4 eritmasidan qo'shing va suv hammomida $60-70^\circ\text{C}$ gacha qizdiring (qaynab ketmasligi kerak, chunki oksalat kislota parchalanadi). Oksalat kislota ning issiq eritmasi kaliy permanganat eritmasi bilan titrlanadi. Kaliy permanganat tomchilatib qo'shiladi, eritma shiddatli aralashtirib turiladi va rangsizlangandan so'ng keyingi tomchi qo'shiladi. Birinchi tomchi sekin rangsizlanadi. Bu autokatalitik reaksiya, ya'ni

reaksiya mahsuloti hisoblangan katalizator – Mn^{2+} ning ta'siridan reaksiyaning tezligi ortadi. Bir tomchi permanganatning ta'siridan 30 sekundda o'chmaydigan och pushti rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Titrlash yana 2 marta takrorlanadi. Aniqlash natijalarini ish daftariga yozing. Bir-biriga yaqin natijalardan o'rta arifmetik qiymatni oling va kaliy permanganat eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini hisoblang.

Vaqt «_____» _____ 2004 yil.

Mavzu: Permanganometriya. $KMnO_4$ ning ishchi eritmasini tayyorlash va uning titrini aniqlash.

Ish №11.

1. Oksalat kislotaning 500 ml 0,05 ekvivalent molyar konsentratsiyasini tayyorlash:

Soat oynasining oksalat kislota bilan massasi	13,72625 g
Soat oynasining massasi	12,1505 g
Oksalat kislota tortimi	1,57575 g

2. Oksalat kislota eritmasining titrini hisoblash:

$$T_{H_2C_2O_4} = \frac{\text{tortim}}{\text{kolba hajmi}} = \frac{1,57575}{500} = 0,0031515 \text{ g/ml}$$

3. Oksalat kislotaning ekvivalent molyar konsentratsiyasini hisoblash:

$$C(1/2H_2C_2O_4) = \frac{T(H_2C_2O_4) \cdot 1000}{M(1/2H_2C_2O_4)} = \frac{0,0031515 \cdot 1000}{63,03} = 0,05 \text{ mol/l}$$

4. $KMnO_4$ eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini va titrini aniqlash.

Titrlash	$V(H_2C_2O_4)$ ml	$C(1/2H_2C_2O_4)$, mol/l	$V(KMnO_4)$ ml	$C(1/5KMnO_4)$, mol/l	$T(KMnO_4)$ g/ml
1.	10,00	0,05			
2.	10,00	0,05			
3.	10,00	0,05			
			$\bar{V} =$		

Hisoblashni quyidagi tenglamalar bo'yicha olib boring:

$$C(1/5\text{KMnO}_4) = \frac{C(1/2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{\bar{V}(\text{KMnO}_4)} \text{ mol/l}$$

$$T(\text{KMnO}_4) = \frac{C(1/2\text{KMnO}_4) \cdot M(1/5\text{KMnO}_4)}{1000} \text{ g/ml}$$

$$K = \frac{C(1/5\text{KMnO}_4)_{\text{amal}}}{C(1/5\text{KMnO}_4)_{\text{nazar}}}$$

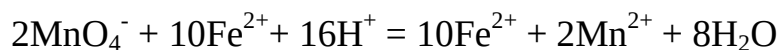
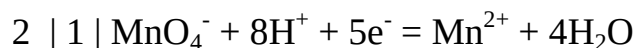
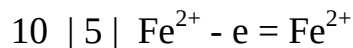
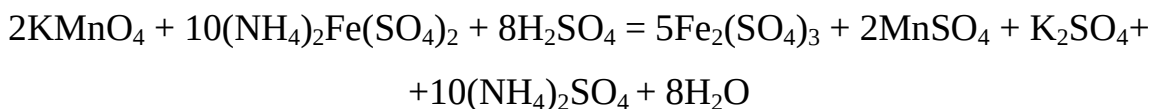
$$C(1/5\text{KMnO}_4)_{\text{amal}} = K \cdot C(1/5\text{KMnO}_4)_{\text{nazar}}$$

Eritmadagi qaytaruvchini permanganometrik aniqlash

12- ish. Mor tuzi tarkibidagi Fe^{2+} miqdorini aniqlash

Reaktivlar: KMnO_4 ning eritmasi; Mor tuzi $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; $2n \text{H}_2\text{SO}_4$.

Kaliy permanganatning standart eritmasi bilan to'g'ri titrlash orqali Mor tuzi tarkibidagi Fe^{2+} miqdorini aniqlashda quyidagicha reaksiya boradi.



Fe^{2+} ioni Fe^{3+} ionigacha oksidlanganda 1 ta elektron beradi, shuning uchun Mor tuzining ekvivalent molyar massasi uning molyar massasiga teng. Analiz uchun kerakli Mor tuzining massasi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$m((\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2) = \frac{M((\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2) \cdot C((\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2) \cdot V}{1000} =$$

$$= \frac{392 \cdot 0,05 \cdot 25}{1000} = 4,9 \text{ g}$$

Mor tuzidan 5 g atrofida oldin texnik keyin analitik tarozida tortib oling. Mor tuzining tortimini 250 ml sig'imlii o'lchov kolbasida eriting. So'ngra kolbaning belgisiga qadar distillangan suv quyding va eritmani yaxshilab aralashtiring. Shundan so'ng titrlashni boshlang.

Byuretka KMnO_4 eritmasi bilan nol nuqtagacha to'ldiriladi. Pipetka Mor tuzi eritmasi bilan yuviladi va undan titrlash uchun kolbaga 10 ml solinadi, unga silindr bilan o'lchab 8-10 ml 2 n li H_2SO_4 eritmasidan qo'shiladi. Eritma qizdirilmasdan (qizdirilganda Fe^{2+} tuzi oksidlanadi) kaliy permanganat eritmasi bilan 30 sekundda yo'qolmaydigan och pushti rang paydo bo'lguncha titrlanadi. Titrlash yana ikki marta takrorlanadi va hisoblash uchun hajmning o'rtacha arifmetik qiymatidan foydalaniladi. Analiz natijalari va hisoblashlar ish jurnaliga namunadagidek yoziladi.

Vahti «_____» _____ 2004 yil

Mavzu. Eritmadagi qaytaruvchini permanganatometrik aniqlash. Mor tuzi tarkibidagi Fe^{2+} miqdorini aniqlash

Ish №12

1. Mor tuzining 280 ml 0,05 ml eritmasini tayyorlash.

Byuksning Mor tuzi bilan massasi 17,3554 g

Byuksning massasi 12,3554 g

Mor tuzi tortimining massasi 5,00 g

2. Mor tuzini titrini hisoblash:

$$T_{\text{Mor tuzi}} = \frac{\text{Mor tuzi tortimi}}{\text{kolba hajmi}} = \frac{5}{250} = 0,02 \text{ g/ml}$$

3. Mor tuzi eritmasining ekvivalent molyar konsentrasiyasini hisoblash:

$$C_{(\text{Mor tuzi})} = \frac{T_{(\text{Mor tuzi tortimi})} \cdot 1000}{M_{(\text{Mor tuzi})}} = \frac{0,02 \cdot 1000}{3 \cdot 92} = 0,0510 \text{ mol/l}$$

4. 250 ml Mor tuzi eritmasi tarkibidagi Fe^{2+} miqdorini aniqlash

Titrlash	V (Mor tuzi) ml	V (KMnO_4) ml	$C(1/5\text{KMnO}_4)$, mol/l	$C(1/7 \text{ Mor tuzi})$, mol/l	$T(\text{Mor tuzi})$, g/ml	$m(\text{Fe}^{2+})$, g
1.	10,00	0,05				
2.	10,00	0,05				
3.	10,00	0,05				
			$\bar{V} =$			

1-usul. Mor tuzi eritmasining ekvivalent molyar konsentrasiyasini hisoblash:

$$C_{(\text{Mor tuzi})} = \frac{C(1/5\text{KMnO}_4) \cdot \bar{V}(\text{KMnO}_4)}{\bar{V}_{(\text{Mor tuzi})}} \text{ mol/l}$$

250 ml mor tuzi eritmasidagi Fe^{2+} ning massasi:

$$m(\text{Fe}^{2+}) = \frac{C_{(\text{Mor tuzi})} \cdot M(\text{Fe}^{2+}) \cdot V}{1000} \text{ g}$$

2- usul. Kaliy permanganatning titrini Fe^{2+} bo'yicha hisoblash:

$$T(\text{KMnO}_4/\text{Fe}^{2+}) = \frac{C(1/5\text{KMnO}_4) \cdot M(\text{Fe}^{2+})}{1000} \text{ g/ml}$$

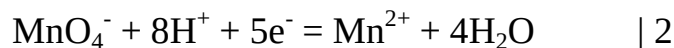
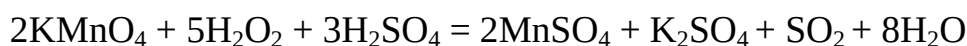
250 ml Mor tuzi eritmasidagi Fe^{2+} ning massasi:

$$m(\text{Fe}^{2+}) = T(\text{KMnO}_4/\text{Fe}^{2+}) \cdot V(\text{KMnO}_4) \cdot 25 \text{ g}$$

13-ish. Eritmadagi vodorod peroksid massasini aniqlash

Reaktivlar: H_2O_2 eritmasi, H_2SO_4 eritmasi (1:4), KMnO_4 ning 0,05 n eritmasi

Vodorod peroksid KMnO_4 bilan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi va jarayon quyidagi tenglama bo'yicha boradi:



Byuretkani kaliy permanganat eritmasi bilan yuving va nol nuqtagacha KMnO_4 eritmasidan quying. Pipetka vodorod peroksid eritmasi bilan yuviladi va undan titrlash kolbasiga 10 ml solinadi, unga pipetka bilan 3 ml H_2SO_4 eritmasidan qo'shiladi va KMnO_4 eritmasi bilan 30 sekundda yo'qolmaydigan pushti rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Titrlash yana ikki marta takrorlanadi va hisoblash uchun hajmining o'rtacha arifmetik qiymatidan foydalaniladi. Eksperiment natijalari jadvalga yoziladi.

Titrlash	$V(\text{H}_2\text{O}_2)$, ml	$V(\text{KMnO}_4)$, ml	C ($1/5\text{KMnO}_4$), mol/l	C ($1/2\text{H}_2\text{O}_2$), mol/l	$m(\text{H}_2\text{O}_2)$, g	$\omega(\text{H}_2\text{O}_2)$, %
1.	10,00	0,05				
2.	10,00	0,05				
3.	10,00	0,05				
			$\bar{V} =$			

Hisoblashlarni quyidagi formulalar bo'yicha olib boring.

$$C(1/2H_2O_2) = \frac{C(1/5KMnO_4) \cdot \bar{V}(KMnO_4)}{V(H_2O_2)} \text{ mol/l}$$

$$m(H_2O_2) = \frac{M(1/2H_2O_2) \cdot C(1/5KMnO_4) \cdot \bar{V}(1/5KMnO_4)}{1000} \text{ g}$$

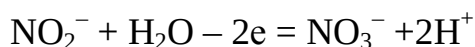
$$\omega\%(H_2O_2) = \frac{m(H_2O_2)}{m(\text{eritma})} 100\%$$

14-ish. Natriy nitrit eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash

Reaktivlar: $NaNO_2$; $KMnO_4$ ning standart eritmasi; 2n li H_2SO_4 eritmasi.

Nitritlarni aniqlash $5NO_2^- + 2MnO_4^- + 6H^+ = 5NO_3^- + 2Mn^{2+} + 3H_2O$ reaksiyasiga asoslangan.

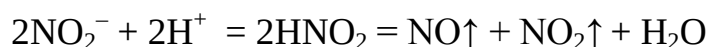
Nitrit-ion NO_2^- ning oksidlanib nitrat-ion NO_3^- ga o'tish reaksiyasi:



Nitritning masalan $NaNO_2$ ning ekvivalent molyar massasi quyidagicha topiladi:

$$M(1/2NaNO_2) = \frac{M(NaNO_2)}{2} = \frac{69,00}{2} = 34,5 \text{ g/mol}$$

Bu aniqlashning xususiyati shundaki, nitritlar kislota ishtirokida oson parchalanib, azot oksidlarini hosil qiladi:



Nitritning bunday yo'qolishiga yo'l qo'ymaslik uchun titrlash tartibi o'zgartiriladi, ya'ni nitritning kislota qo'shilgan eritmasi permanganat bilan emas, balki permanganatning kislota qo'shilgan eritmasi nitritning neytral eritmasi bilan titrlanadi. Bunda nitrit ionlari permanganat eritmasiga tushishi bilanoq oksidlanib, nitrat ionlariga aylanadi va azot oksidlari hosil bo'lmaydi (teskari titrlash).

250 ml 0,02 n li eritma tayyorlash uchun zarur bo'lgan $NaNO_2$ ning massasi tarozida tortib oling va uni 250 ml sigimli kolbaga soling, kolbaning belgisigacha distilllangan suv quying, kolbani bekitib yaxshilab aralashtiring. Byuretk

tayyorlangan eritma bilan nol nuqtagacha to'ldiriladi. Titrlash uchun kolbaga 20,00 ml KMnO_4 eritmasi solinadi, 10 ml 20% li sulfat kislota eritmasi qo'shiladi va salgina qizdiriladi hamda oxirgi tomchi nitrit ta'siridan eritma rangsizlanib ketguncha tayyorlab qo'yilgan nitrit eritmasi bilan titrlanadi. Titrlashni yana 2 marta qaytarib, bir-biriga mos keladigan natijalarning o'rtacha qiymati olinadi va ish jurnaliga qayd etiladi

Vaqt « _____ » _____ 2004 yil

Mavzu: Natriy nitrit eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash

Ish №14

1. Natriy nitritning 250 ml $C(1/2 \text{NaNO}_2) = 0,02 \text{ mol/l}$ konsentratsiyali eritmasini tayyorlash.

Soat oynasi bilan NaNO_2 ning massasi 12,2950 g

Soat oynasining massasi 12,1225 g

NaNO_2 tortimining massasi 0,1725 g

2. Natriy nitrit eritmasining titrini hisoblash:

Titrlash	$V(\text{KMnO}_4)$, ml	$C(1/5 \text{KMnO}_4)$, mol/l	$V(\text{NaNO}_2)$ ml	$C(1/2 \text{NaNO}_2)$, mol/l	$m(\text{NaNO}_2)$ g	$\omega(\text{NaNO}_2)$ %
1.	10,00	0,05				
2.	10,00	0,05				
3.	10,00	0,05				
			$\bar{V} =$			

Hisoblashlar quyidagi formulalar bo'yicha olib boriladi:

$$C(1/2 \text{NaNO}_3) = \frac{C(1/5 \text{KMnO}_4) \cdot V(\text{KMnO}_4)}{\bar{V}(\text{NaNO}_3)} \text{ mol/l}$$

$$K = \frac{C(1/2 \text{NaNO}_2)_{\text{amal}}}{C(1/2 \text{NaNO}_2)_{\text{nazar}}}; \quad C(1/2 \text{NaNO}_2)_{\text{amal}} = K \cdot C(1/2 \text{NaNO}_2)_{\text{nazar}}$$

$$m(\text{NaNO}_3) = \frac{C(1/2 \text{NaNO}_3) \cdot M(1/2 \text{NaNO}_3) \cdot V(\text{eritma})}{1000} \text{ g}$$

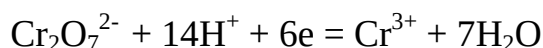
$$\omega\%(\text{NaNO}_2) = \frac{C(1/2 \text{NaNO}_2)}{M(\text{eritma})} 100\%$$

Xromatometriya

15-ish. Ruda tarkibidagi Fe^{2+} miqdorini xromatometrik usulda aniqlash

Reaktivlar: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, temirli ruda (yoki Mor tuzi), 2n H_2SO_4 eritmasi, H_3PO_4 ($\rho = 1,7\text{g/sm}^3$) eritmasi; 6 M HCl eritmasi; rux metali; difenilamin eritmasi;

Xromatometriya metodi bixromat ioni ta'sirida boradigan oksidlanish reaksiyasiga asoslangan. Bixromat ionning oksidlovchilik xususiyati uning tarkibidagi oksidlanish darajasi oltiga teng bo'lgan $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ionning Cr^{3+} ioniga o'tishi, reaksiyasi bilan tushuntiriladi.



Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, agar oksidlovchi sifatida $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ishlatilsa, uning ekvivalent molyar massai molyar massasining 1/6 qismiga, ya'ni

$$M(1/6\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{M}{6} = \frac{294,20}{6} = 49,03 \text{ g}$$

ga teng bo'ladi. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ anioni Cr^{3+} ioniga qadar qaytarilganda H^+ ionlari sarf bo'ladi, shuning uchun xromatometrik titrlash kislotali muhitda olib boriladi.

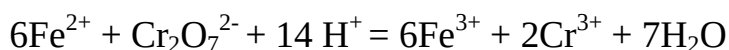
1. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ning ishchi eritmasini tayyorlash. Kaliy bixromatning 280 ml 0,1 n eritmasini tayyorlash uchun

$$m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = M(1/6\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot C(1/6 \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot V(l) = 49,03 \cdot 0,1 \cdot 0,25 = 1,2257 \text{ g}$$

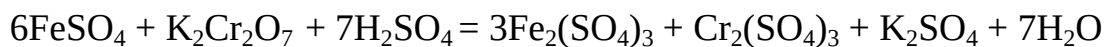
kaliy bixromat o'lchab olish kerak. Probirkaga 1,25 g ga yaqin ikki marta qayta kristallangan va 200°C da quritilgan kaliy bixromat tuzidan olib, analitik tarozida aniq o'lchanadi. Bo'shagan probirkaning massasi yana analitik tarozida o'lchanadi va massalar orasidagi farqdan tortimning massasi aniqlanadi.

O'lchov kolbasining yarmigacha distillangan suv quyib tuz eritiladi, undan so'ng eritmaning hajmi kolbaning belgisigacha qadar yetkaziladi. Tayyorlangan standart eritmaning titri va ekvivalent molyar konsentrasiyasi hisoblanadi.

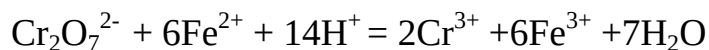
2. Fe^{2+} miqdorini xromatometrik usulda aniqlash. Xromatometrik metod bilan Fe^{2+} miqdorini aniqlashda sodir bo'ladigan reaksiyani quyidagicha ifodalash mumkin:



Tekshiriladigan eritmaga difenilamin indikatoridan aralashtiriladi va u bevosita kaliy bixromatning standart eritmasi bilan titrlanadi. Reaksiya tenglamasi quyidagicha:

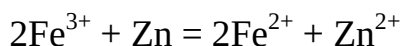


ionli formada:



Titrlangan eritmada H_2SO_4 va yig'iluvchi Fe^{3+} iolarini bog'lash uchun H_3PO_4 qo'shiladi. Fe^{3+} ionlari difenilaminni oksidlangan formaga o'tkazib, ekvivalent nuqtani aniqlashda qiyinchiliklar tug'diradi.

Ruda, shlak qotishma va shu singari boshqa moddalar eritilganda temir odatda Fe^{3+} ionlariga o'tadi. Shu sababli titrlashdan avval Fe^{3+} ni Fe^{2+} ga qaytarish kerak:



Reaksiyadan ortib qolgan rux metalini eritmani paxta filtdan o'tkazish yo'li bilan yo'qotish mumkin.

Sig'imi 100 ml bo'lgan o'lchov kolbasiga tekshirilayotgan eritmadan kamroq (20-25 ml) solinadi. (Eritma tarkibidagi temir ionlari oldindan qaytarilib Fe^{2+} ioniga o'tkazilgan bo'lishi kerak). Kolbaning belgisigacha distillangan suv to'ldiriladi va yaxshilab chayqatiladi.

Boshqa idishda difenilaminning konsentrlangan sulfat kislotadagi ($\rho = 1,84 \text{ g/sm}^3$) 1% li eritmasi tayyorlanadi.

O'lchov kolbasidagi tekshirilayotgan eritma bilan pipetka chayib tashlanadi, so'ngra undan 20,00 ml olib konussimon kolbaga solinadi, ustiga 1-2 tomchi difenilamin eritmasidan 6 ml H_3PO_4 eritmasidan ($\rho = 1,7 \text{ g/sm}^3$) va 10 ml 1:4 nisbatda suyultirilgan H_2SO_4 eritmasidan qo'shiladi. Byuretkada nol nuqtagacha kaliy bixromatning standart eritmasi bilan to'ldiriladi va u bilan tekshirilayotgan eritma titrlanadi. Titrlash vaqtida $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritmasi oz-ozdan aralashtirib turgan holda tomiziladi va eritma ko'k binafsha rang paydo bo'lishi bilan to'xtatiladi. Titrlash yana ikki marta takrorlanadi. O'xshash natijalarning o'rtacha arifmetik qiymati olinadi va eritma tarkibidagi temirning massasi hisoblab topiladi. Natijalar ish jurnaliga namunadagidek yozib qo'yiladi.

Vaqt « _____ » _____ 2004 yil

Mavzu: Xromatometriya. Ruda tarkibidagi Fe^{2+} miqdorini xromatometrik usulda aniqlash

Ish №15

1. Kaliy bixromatning konsentratsiyasi $C(1/6\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,1 \text{ mol/l}$ ga teng bo'lgan 250 ml eritmasini tayyorlash.

Probirka bilan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ning massasi, g

Probirkaning massasi, g

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ tortimining massasi 1,2458 g

2. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritmasining titrini hisoblash:

$$T(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{V(\text{kolba})} = \frac{1,2458}{250} = 0,004983 \text{ g/ml}$$

3. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini hisoblash:

$$C(1/6\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{T(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot 1000}{M(1/6\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)} = \frac{0,004983 \cdot 1000}{49,03} = 0,1016 \text{ mol/l}$$

4. 100 ml eritmada Fe^{2+} massasini aniqlash.

Titrlash	$V(\text{FeSO}_4)$, ml	Indikator difenilamin, tomchi	$V(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$, ml	$C(1/6\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$, mol/l	$C(\text{FeSO}_4)$, mol/l	$M(\text{Fe}^{2+})$, g
1.	20,00	1-2		0,1016		
2.	20,00	1-2		0,1016		
3.	20,00	1-2		0,1016		
			$\bar{V} = 22,42$			

Hisoblashlarni quyidagi formulalar bo'yicha bajaring:

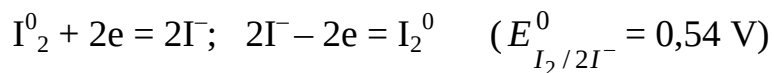
$$C(\text{FeSO}_4) = \frac{C(1/6\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot \bar{V}(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{V(\text{FeSO}_4)} = \frac{0,1016 \cdot 22,42}{20,00} = 0,11389 \text{ mol/l}$$

100 ml tekshirilayotgan eritma tarkibidagi Fe^{2+} ionining massasi:

$$m(\text{Fe}^{2+}) = C(\text{FeSO}_4) \cdot M(\text{Fe}^{2+}) \cdot V(\text{litrlar}) = 0,11389 \cdot 55,85 \cdot 0,1 = 0,6360 \text{ g}$$

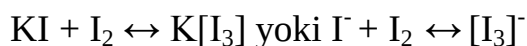
Yodometriya

Yodometriya – redoksimetriya metodlaridan biri bo'lib, erkin yodning yod ionlariga va aksincha yod ionlarining erkin yodga aylanishi bilan boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan:



Bu metod oksidlovchilarni va qaytaruvchilarni aniqlash imkonini beradi. Bunda ikkita standart eritmadan foydalaniladi: qaytaruvchilarni aniqlash uchun yod (oksidlovchi) eritmasi, oksidlovchilarni aniqlash uchun esa natriy tiosulfat $Na_2S_2O_3$ (qaytaruvchi) eritmasi ishlatiladi.

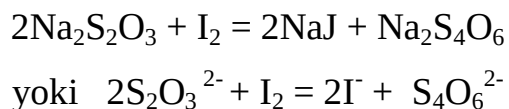
Yod suvda kam eriydi. Shuning uchun standart eritma sifatida uning KJ dagi eritmasi qo'llaniladi. Yod kaliy yodid eritmasida eriganda $[J_3]^-$ ionlarini hosil qiladi.



$E_{[I_3]^-/3I^-} = 0,5355$ bo'lganligi uchun $I_2/2I^-$ va $[I_3]/3I^-$ sistemalarning oksidlanish-qaytarilish potentsiallarini amaliy jihatdan teng deb olishimiz mumkin.

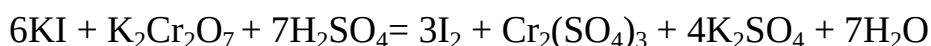
$K[J_3]$ ning hosil bo'lishi yodni natriy tiosulfat bilan titrlashga halal bermaydi, yuqoridagi reaksiya qaytar bo'lganligi uchun ekrin yodning tiosulfat bilan reaksiyaga kirishishi muvozanatni chapga tomonga siljitadi, eritmada J_2 molekulari hosil bo'lavermaydi.

Yodometriyada qaytaruvchi sifatida ishlatiladigan asosiy modda natriy tiosulfatdir. Natriy tiosulfat eritmasiga erkin yod ta'sir ettirilganda quyidagicha reaksiya boradi:



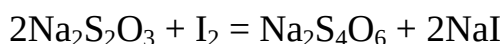
Demak, ikkita $S_2O_3^{2-}$ ionlari I_2 molekulasiga bittadan, jami ikkita elektron berib $S_4O_6^{2-}$ tetratonat ioniga qadar oksidlanadi. Molekula tarkibidagi yod atomlari ushbu jarayonda qaytarilib I^- ionlariga aylanadi. Yodning ishchi eritmasidan foydalanib, eritma tarkibidagi $Na_2S_2O_3$ miqdorini hamda boshqa qaytaruvchilarning (SO_3^{2-} , CN^- , S^{2-} , AsO_3 , Cr^{2+} va hokazo) eritmadagi miqdorini aniqlash mumkin.

Oksidlovchilarni yodometrik usulda aniqlashda oksidlovchi eritmasiga mo'1 miqdorda KJ eritmasidan qo'shiladi, reaksiya natijasida kislotali muhitda oksidlovchi kaliy yodiddan ekvivalent miqdorda erkin yod ajratib chiqaradi.



yoki ionli formada: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{I}^- + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$

Ajralib chiqqan yod kraxmal ishtirokida natriy tiosulfat eritmasi bilan titrlanadi



Ajralib chiqqan yodni tirtlash uchun sarflangan natriy tiosulfat miqdori oksidlovchining olingan miqdoriga ekvivalentdir. Tekshirilayotgan eritma tarkibidagi oksidlovchining normal konsentratsiyasi quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$C(\text{oksidlovchi}) = \frac{C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{M(\text{oksidlovchi})} \text{ mol/l}$$

16- ish. Natriy tiosulfatning titrlangan eritmasini tayyorlash va ekvivalent molyar konsentratsiyasini aniqlash

Reaktivlar: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, Na_2SO_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, kraxmal, HgJ_2 , 2n H_2SO_4

1. Natriy tiosulfatning 250 ml 0,05 M eritmasini tayyorlash. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ning ekvivalent molyar massasini aniqlash uchun uning yod bilan o'zaro ta'siri reaksiyasidan foydalaniladi. Bu reaksiyada natriy tiosulfatning har bir molekulasida bittadan elektron yo'qotadi. Binobarin, uning ekvivalent molyar massasi:

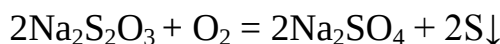
$$E(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 248,19 \text{ g.}$$

250 ml 0,05 M eritma tayyorlash uchun $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ning tortimini hisoblaymiz:

$$\begin{aligned} m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) &= \frac{C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{ml})}{1000} = \\ &= \frac{0,05 \cdot 248,19 \cdot 250}{1000} = 3,1020 \text{ g} \end{aligned}$$

Texnokimyoviy tarozida $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan 3,5 g (10-15% ortiqcha olinadi) tortib olinadi va u sig'imi 250 ml li o'lchov kolbasiga solinadi.

Suvli eritmalarda tiosulfat kislorod va karbonat angidrid ta'sirida parchalanadi:



Hususan, parchalanish quyosh nuri ta'sirida va mikroorganizmlar ishtirokida ancha tezlashadi. Shuning uchun ham tiochulfat tortimini yangi haydalgan va sovutilgan suvda eritish kerak. Eritmani turg'unlashtirish uchun unga 0,1 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ qo'shiladi va aralashma yaxshilab chayqatiladi. Eritmaning hajmi o'lchov kolbasining belgisiga qadar etkaziladi va yana chayqatiladi. Eritma qora idishga og'zi berk holda navbatdagi darsgacha qoldiriladi. Eritmaning aniq konsentrasiyasi kaliy dixromat bo'yicha aniqlanadi.

2. Kraxmal eritmasini tayyorlash. Kraxmal eritmasini tayyorlash uchun «eruvchan kraxmal» deb ataladigan kraxmaldan taxminan 0,5 g tortib olinadi va unga 50 ml sovuq distillangan suv qo'shib, yaxshilab eziladi. Hosil bo'lgan bo'tqa qaynab turgan 200 ml suvga solinadi, tiniq eritma hosil bo'lguncha 2 daqiqa davomida qaynatilib, issiqligicha filtrlanadi. Ba'zan eritmani filtrlab o'tirmasdan, tindiriladi va ustidagi tiniq eritmani boshqa idishga osoyishta quyib olinadi va titrlash vaqtida undan indikator sifatida foydalaniladi.

Indikator eritmasining to'g'ri tayyorlanganligini tekshirib ko'rish shart. Buning uchun 2-3 ml kraxmal eritmasi 50 ml distillangan suvga solinadi va unga yodning 0,02 n eritmasidan bir tomchi tomizilganda ko'karishi kerak. Agar eritma ko'karmay, balki binafsha yoki qo'ng'ir tus olsa, kraxmal eritmasi buzilgan bo'ladi va shuning uchun uni yana qaytadan tayyorlash kerak. Agar kraxmal eritmasi tayyorlashda unga HgJ_2 qo'shilsa (1 litr kraxmal eritmasiga 0,01g), ancha barqaror eritma hosil bo'ladi.

3. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritmasini tayyorlash. KJ bilan reaksiyada kaliy dixromat oksidlovchi hisoblanadi, oltita elektron oladi, shuning uchun:

$$M(1/6\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)/6 = 49,03\text{g}$$

100 ml 0,05 n eritma tayyorlash uchun zarur bo'lgan kaliy dixromat tortimining massasini hisoblaymiz.

$$\begin{aligned} m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) &= \frac{C(1/6\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot M(1/6\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot V(\text{ml})}{1000} = \\ &= \frac{0,05 \cdot 49,03 \cdot 100}{1000} = 0,245 \text{ g} \end{aligned}$$

Analitik tarozida kaliy dixromatning hisoblanganiga yaqin miqdori tortib olinadi va u sig'imi 100 ml li o'lchov kolbasiga solinadi, kolbaning belgisiga qadar distillangan suv solinadi va yaxshilab chayqatiladi. Tayyorlangan eritmaning titri va ekvivalent molyar konsentratsiyasi hisoblanadi.

4. Natriy tiosulfat eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini aniqlash. Byuretkani $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi bilan 2-3 marta yuving va byuretkani nol darajasiga $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi bilan to'ldiring.

Hajmi 200 ml bo'lgan konussimon kolbaga KJ ning 20% li eritmasidan 4-6 ml va H_2SO_4 ning 2 n eritmasidan 8-10 ml silindr bilan o'lchab soling (agar eritma sarg'aysa, rangsizlanguncha 1-2 tomchi natriy tiosulfat eritmasidan qo'shing). Tayyorlangan aralashmaga pipetka yordamida $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritmasidan 10 ml qo'shing va yod uchib ketishini oldini olish uchun kolbaning og'zini soat oynasi bilan berkitib, yod ajralishi uchun 5 daqiqa qorong'i joyga qo'ying.

Keyin kolba og'zidan soat oynasini olib, uni yuvgich bilan kolba ichiga chaying (unda yod kristallari bo'lishi mumkin). Kolbaga menzurka bilan 50 ml distillangan suv quyib undagi eritmani tiosulfat eritmasi bilan titrlang. Titrlashning boshida indikator ishlatmang. Eritma to'q qo'ng'ir tusdan och sariq tusga kirgandan keyin unga kraxmal eritmasidan 2-3 ml qo'shing. Har bir tomchi tushgandan keyin eritmani yaxshilab chayqating. Titrlashni yana ikki marta takrorlang. Titrlash uchun ketgan tiosulfat eritmasining hajmini ish jurnaliga yozing. Bir-biriga yaqin natijalarning o'rtacha qiymatini oling, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini hisoblang. Natijalarni va hisoblashlarni ish jurnaliga namunadagidek yozing.

Vahti «_____» _____ 2004 yil

Mavzu: Natriy tiosulfatning titrlangan eritmasini tayyorlash

Ish №15

1. 100 ml 0,05 n. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritmasini tayyorlash.

Soat oynasining kaliy dixromat bilan massasi	12,1225 g
Soat oynasining massasi	12, 1225 g
Kaliy dixromat tortimining massasi	0,2481 g

2. Kaliy dixromat eritmasining titrini hisoblash:

$$T(K_2Cr_2O_7) = \frac{\text{tortim}}{V(\text{kolba hajmi})} = \frac{0,2481}{100} = 0,00248 \text{ g/ml}$$

3. $K_2Cr_2O_7$ eritmasining ekvivalent molyar konsentrasiyasini hisoblash:

$$C(K_2Cr_2O_7) = \frac{T(K_2Cr_2O_7) \cdot 1000}{M(1/6K_2Cr_2O_7)} = \frac{0,002481 \cdot 1000}{49,03} = 0,05060 \text{ mol/l}$$

4. $Na_2S_2O_3$ eritmasining ekvivalent molyar konsentrasiyasi va titrini hisoblash

Titrlash	$V(K_2Cr_2O_7)$ ml	$C(1/6K_2Cr_2O_7)$ mol/l	$V(Na_2S_2O_3)$ ml	$C(Na_2S_2O_3)$ mol/l	$T(Na_2S_2O_3)$ g/ml	Indikator kraxmal, ml
1.	10,00	0,05060	10,14			2-3
2.	10,00	0,05060	10,13			2-3
3.	10,00	0,05060	10,13			2-3
			$\bar{V} = 10,13$			

$$C(Na_2S_2O_3) = \frac{V(K_2Cr_2O_7) \cdot C(1/6K_2Cr_2O_7)}{\bar{V}(Na_2S_2O_3)} = \frac{10,00 \cdot 0,05060}{10,13} = 0,4995 \text{ mol/l}$$

$$T(Na_2S_2O_3) = \frac{M(Na_2S_2O_3) \cdot C(Na_2S_2O_3)}{1000} \text{ g/ml}$$

$$K = \frac{C(Na_2S_2O_3)_{\text{amal}}}{C(Na_2S_2O_3)_{\text{nazar}}}; \quad C(Na_2S_2O_3)_{\text{amal}} = K \cdot C(Na_2S_2O_3)_{\text{nazar}}$$

17- ish. Yod eritmasining konsentratsiyasini aniqlash

Reaktivlar: I_2 , KI, $Na_2S_2O_3$ ning ishchi eritmasi; indikator kraxmal.

1. 250 ml 0,02 n yod eritmasini tayyorlash. Yod eritmasini tayyorlash uning uchuvchan modda ekanligini, yod bug'lari laboratoriya havosini zaharlashini va laboratoriya asboblarning metall qismlarini korroziyalashini unutmaslik kerak. Shuning uchun yodni idishlarga solish va ishni albatta mo'rili shkafda bajarish kerak. Ayniqsa analitik tarozini yod bug'lari ta'siridan himoya qilish kerak. Yodni tarozilar turadigan xonaga kiritish va uni ochiq analitik tarozida tortish mutlaqo mumkin emas.

Har bir I_2 molekulasini $Na_2S_2O_3$ bilan ta'sirlashganda ikkitadan elektron qabul qiladi. Yodning ekvivalent molyar massasi:

$$M(1/2I_2) = 253,8 / 2 = 126,91 \text{ g.}$$

250 ml 0,02 n eritma tayyorlash uchun yoddan olingan tortim massasi:

$$m(I_2) = \frac{C(\frac{1}{2}I_2) \cdot M(\frac{1}{2}I_2) \cdot V(\text{ml})}{1000} = \frac{0,02 \cdot 126,91 \cdot 250}{1000} = 0,6346 \text{ g}$$

Texnokimyoviy tarozida 0,65 g yod (byuksda) tortib olinadi va u sig'imi 250 ml o'lchov kolbasiga o'tkaziladi, uning ustiga 10 ml 25% li KI eritmasidan quyib eritma hajmi kolba sig'imining yarmigacha yetkaziladi. Aralashmani chayqatib kristallarning to'liq erishiga erishiladi. Shundan so'ng eritmaning hajmi kolba belgisiga qadar yetkaziladi va eritma chayqatilib aralashtiriladi.

1. Tayyorlangan yod eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash. Tozalab yuvilgan byuretkani tiosulfatning titrlangan eritmasi bilan avval chayqab, so'ngra to'ldiriladi va titrlash uchun tayyorlanadi. Pipetka yod eritmasi bilan chayiladi. Pipetka yordamida yod eritmasidan 10,00 ml o'lchab, konussimon kolbaga solinadi va tiosulfat eritmasi bilan titrlanadi. Titrlanayotgan yod eritmasining rangi qo'ng'ir tusdan och sariqqa o'zgarganda, titrlanuvchi eritmaga 2 ml kraxmal eritmasidan qo'shib titrlash yana davom ettiriladi. Kraxmal ta'siridan hosil bo'lgan eritmadagi ko'k rang ekvivalent nuqtadan so'ng qo'shilgan ortiqcha, bir tomchi natriy tiosulfat ta'siridan yo'qolganda titrlash tugallanadi. Titrlashni yana ikki marta takrorlang. Natijalarni jadvalga yozing. O'rta arifmetik qiymatni olib, hisoblashlarni bajaring.

2. Yod eritmasi ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash.

Titrlash	V (I ₂), ml	C (½ I ₂) mol/l	V (Na ₂ S ₂ O ₃) ml	C (Na ₂ S ₂ O ₃) mol/l	T (I ₂), ml	Indikator kraxmal, ml
1.	10,00	/		0,5	/	2
2.	10,00			0,5		2
3.	10,00			0,5		2
			$\bar{V} =$			

$$C(\frac{1}{2}I_2) = \frac{\bar{V}(Na_2S_2O_3) \cdot C(Na_2S_2O_3)}{V(I_2)} \text{ g/ml}; \quad T(I_2) = \frac{C(\frac{1}{2}I_2) \cdot M(\frac{1}{2}I_2)}{1000} \text{ g/ml}$$

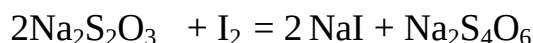
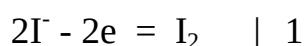
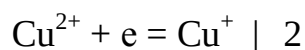
$$K = \frac{C(\frac{1}{2}I_2)_{\text{amal}}}{C(\frac{1}{2}I_2)_{\text{nazar}}};$$

$$C(\frac{1}{2}I_2)_{\text{amal}} = K \cdot C(\frac{1}{2}I_2)_{\text{nazar}}$$

18-ish. Oksidlovchini yodometrik aniqlash

Reaktivlar: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; KI 0,5 M; 2n. H_2SO_4 ; 0,05 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; indikator-kraxmal.

Eritmadagi Cu^{2+} ni aniqlash quyidagi reaksiyalarga asoslangan:



Cu^{2+} ionlari I^- ionlaridan bittadan elektron qabul qilib, Cu^+ ionlarigacha qaytariladi va ekvivalent miqdordagi I^- ionlari esa erkin yodgacha oksidlanadi. Hosil bo'lgan erkin yodni natriy tiosulfat eritmasi bilan titrlash orqali eritmadagi Cu^{2+} miqdori aniqlanadi.

Mis qiyin eriydigan mis (I)-yodid CuI holida cho'kmaga tushadi. Bu qaytar reaksiya to'liq borishi uchun kaliy yodiddan mo'l miqdorda olinishi kerak.

Cu^{2+} kationining tuzlari suvli eritmalarida oson gidrolizlanadi, bunga yo'l qo'ymaslik uchun reaksiyani kuchsiz kislotali muhitda olib borish kerak.

Analizning bajarilishi. Misning oksidlash ekvivalent molyar massasi uning atom massasi (63,54) ga teng va $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ massasini hisoblaymiz.

$$\begin{aligned} m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) &= \frac{C(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{ml})}{1000} = \\ &= \frac{0,02 \cdot 249,7 \cdot 250}{1000} = 1,248 \text{ g} \end{aligned}$$

Hisoblaganiga yaqin tortimni 250 ml sig'imli kolbaga solamiz. Tuzni eritayotgan vaqtda kolbaga 2n H_2SO_4 eritmasidan 10 ml qo'shiladi. Shundan so'ng kolbaning belgisiga qadar distillangan suv solib yaxshilab aralashtiriladi.

Titrlash kolbasiga pipetka yordamida 20% li KJ eritmasidan 8-10 ml va 2 n H_2SO_4 eritmasidan 2-3 ml solib, uning ustiga analiz qilinishi kerak bo'lgan mis tuzi eritmasidan 10,00 ml quyiladi, kolba og'zi soat oynasi bilan berkitib, qorong'i joyda 5 daqiqa (reaksiya tugaguncha) qoldiriladi. So'ng aralashma byuretkadagi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi bilan titrlanadi (bunda ilgorigidek 2-3 ml kraxmal eritmasi titrlash oxirida

ya'ni eritma va unga aralashgan cho'kma och sariq rangga o'tganidan so'ng qo'shiladi). Eritmaning to'q ko'k rangi oxirgi tomchi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi ta'siridan yo'qolib, qaytadan paydo bo'lmasligiga erishish kerak. (CuJ cho'kmasi aralashganligi uchun titrlash oxirida eritma biroz sarg'ish tusda bo'ladi).

Eritmaning o'ta titrlanmaganligiga to'liq ishonch hosil qilish uchun byuretkadan qancha $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sarflanganligini yozib olgandan so'ng eritmaga bir tomchi CuSO_4 eritmasidan soling, agar eritma o'ta titrlangan bo'lsa, barqaror ko'k rang paydo bo'ladi.

Aniq titrlash yana ikki marta takrorlanadi, bir biriga mos keluvchi natijalardan o'rtacha qiymat olinadi. Natijalarni jadvalga yozing.

100 ml mis sulfat eritmasidagi Cu^{2+} miqdorini aniqlash.

Titrlash	V (CuSO_4), ml	C (CuSO_4), mol/l	V ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), ml	C ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), mol/l	m (Cu^{2+}), g	Indikator kraxmal, ml
1.	10,00			0,4995		2
2.	10,00			0,4995		2
3.	10,00			0,4995		2
			$\bar{V} =$			

1-usul. CuSO_4 eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini hisoblash.

$$C(\text{CuSO}_4) = \frac{\bar{V}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{V(\text{CuSO}_4)} \text{ mol/l}$$

100 ml CuSO_4 eritmasidagi Cu^{2+} ning massasi:

$$m(\text{Cu}^{2+}) = \frac{C(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{Cu}^{2+}) \cdot V(\text{ml})}{1000} \text{ g}$$

yoki

$$m(\text{Cu}^{2+}) = C(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{Cu}^{2+}) \cdot V(\text{litrlar}) \text{ g}$$

2 usul. Tiosulfatning titrini Cu^{2+} bo'yicha hisoblash:

$$T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Cu}^{2+}) = \frac{M(\text{Cu}^{2+}) \cdot C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{1000} \text{ g/ml}$$

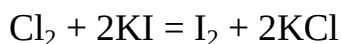
100 ml CuSO_4 eritmasidagi Cu^{2+} ning massasi:

$$m(\text{Cu}^{2+}) = T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Cu}^{2+}) \cdot \bar{V}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot 10 \text{ g}$$

19- ish. Suvdagi erkin xlor miqdorini aniqlash

Reaktivlar: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,05 M; vodoprovod suvi; kraxmal eritmasi; 10% KI.

Erkin xlor miqdorini aniqlash quyidagi reaksiyaga asoslanadi:



Bu reaksiyada ajralib chiqqan yod (uning miqdori suvdagi erkin xlor miqdoriga ekvivalent) kraxmal ishtirokida $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi bilan titrlanadi. Sarflangan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasining hajmidan foydalanib suvdagi erkin xlorning miqdori hisoblanadi.

Analizning bajarilishi. Pipetka yordamida vodoprovod suvidan analiz uchun 20,00 ml o'lchab olinadi, uni titrlash kolbasiga solib ustiga kaliy yodidning 10% li eritmasidan 15 ml quyiladi. Ajralib chiqqan yod $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi bilan titrlanayotgan eritmaning rangi och-sariq rangga o'zgarguncha titrlanadi. Shundan so'ng eritmaga 1 ml kraxmal eritmasidan qo'shib, titrlash davom ettiriladi. Ekvivalent nuqtada eritmaning ko'k rangi (ortiqcha 1 tomchi natriy tiosulfat eritmasidan tomizilganda) yo'qoladi. Aniqlashlarni bir necha marta takrorlab, olingan o'xshash natijalardan o'rtacha qiymat chiqariladi. Natijalar jadvalga yoziladi.

Titrlash	V (H_2O), ml	C ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), mol/l	V ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), ml	C ($1/2\text{Cl}_2$), mol/l	m (Cl_2), g	Indikator kraxmal, ml
1.	20,00	0,4995				1
2.	20,00	0,4995				1
3.	20,00	0,4995				1
			$\bar{V} =$			

1 litr suvdagi erkin xlorning massasi quyidagicha hisoblanadi:

$$\text{1-usul. } C(1/2\text{Cl}_2) = \frac{\bar{V}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{V(\text{xlorli suv})} \text{ mol/l}$$

$$m(\text{Cl}_2) = C(1/2\text{Cl}_2) \cdot M(1/2\text{Cl}_2) \cdot V(\text{litr}) \text{ g}$$

$$\text{2-usul. } T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Cl}_2) = \frac{M(1/2\text{Cl}_2) \cdot C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{1000} \text{ g/ml}$$

$$m(\text{Cl}) = T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Cl}) \cdot \bar{V}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot 50 \text{ g}$$

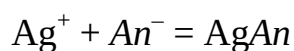
bu erda: 50 – olingan natijani 1 litr suv uchun qayta hisoblash koeffitsienti.

Cho'ktirish metodlari

Cho'ktirish usullarida titrlash ayrim qiyin eriydigan birikmalar hosil bo'ladigan reaksiyalardan foydalaniladi. Hajmiy analizning cho'ktirish usullarida foydalaniladigan reaksiyalar quyidagi shartlarga rioya qilishi kerak.

1. Cho'kma amalda erimaydigan bo'lishi zarur;
2. Cho'kma etarli darajada tez hosil bo'lishi kerak;
3. Birlashib cho'kish singari omillar analiz natijasiga ta'sir etmasligi lozim;
4. Titrlash vaqtida ekvivalent nuqtani belgilash uchun imkoniyat bo'lishi kerak.

Kumushning qiyin eriydigan tuzlarini quyidagi tenglama bo'yicha cho'ktirish reaksiyalariga asoslangan metodlar ayniqcha muhim ahamiyatga ega:



bu erda $\text{An}^- - \text{Cl}^-; \text{Br}^-; \text{I}^-; \text{CNS}^-$ va boshqalar.

Bu reaksiyaga asoslangan metodlar hajmiy analizning argentometriya bo'limini tashkil etadi. Shu bilan bir qatorda, galogenlar qiyin eruvchan HgCl_2 va HgI_2 holida cho'ktirish orqali ham aniqlanadi. Bu metod merkurometriya deb ataladi.

Argentometriya

Argentometriya usuli xlorid va bromid ionlarini kumush ionlari bilan cho'ktirish reaksiyalariga asoslangan. Bunda qiyin eriydigan kumush galogenidlar hosil bo'ladi: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow$; $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- = \text{AgBr}\downarrow$

Bu metodda ishchi eritma sifatida AgNO_3 eritmasi ishlatiladi. Agar biror eritma tarkibidagi kumush ioni miqdori aniqlanayotgan bo'lsa, ishchi eritma sifatida NaCl (yoki KCl) ning titrlangan eritmasi ishlatiladi.

20- ish AgNO_3 ning titrlangan ishchi eritmasini tayyorlash

Reaktivlar: AgNO_3 ; NaCl ; indikator – 5% li K_2CrO_4

1. AgNO_3 ning standart eritmasini tayyorlash. Ish uchun 250 ml 0,05 M AgNO_3 yetarli. Kumush nitrat tarkibida ba'zi bir qo'shimchalar bo'lgani uchun uning taxminiy konsentratsiyali eritmasi tayyorlanadi. So'ngra uning aniq ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titri kimyoviy toza NaCl (yoki KCl) yordamida aniqlanadi. AgNO_3 ning ekvivalent molyar massasi 169,89 g ga teng.

Tortimning massasini hisoblaymiz:

$$m(\text{AgNO}_3) = \frac{C(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{ml})}{1000} = \frac{0,05 \cdot 169,89 \cdot 250}{1000} = 2,1236 \text{ g}$$

Texno-kimyoviy tarozida hisoblanganiga yaqin tortim olinadi va sig'imi 250 ml li o'lchov kolbasiga solinadi, kolbaning 3/4 qismiga qadar distillangan suv quyib to'liq eritiladi. Eritma to'q-qoramtir rangli shisha idishda saqlanadi (yoki qora qog'oz bilan o'ralgan kolbada), chunki kumush nitrat yorug'lik ta'sirida parchalanib erkin kumush hosil qiladi.

2. NaCl ning standart eritmasini tayyorlash. Eritma tayyorlash uchun kimyoviy toza NaCl (yoki KCl) tuzidan foydalaniladi. NaCl ning ekvivalent molyar massasi uning molyar massasiga, ya'ni 58,44 g ga teng. 100 ml 0,05 M eritma tayyorlash uchun kerak bo'ladigan NaCl tortimining massasi:

$$m(\text{NaCl}) = \frac{C(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) \cdot V(\text{ml})}{1000} = 0,2922 \text{ g}$$

Analitik tarozida hisoblanganiga yaqin tortim oling, uni sig'imi 100 ml li o'lchov kolbasiga o'tkazing, eriting, kolbaning belgisiga qadar distillangan suv bilan to'ldiring. Tayyorlangan standart eritmaning titri va ekvivalent molyar konsentratsiyasini hisoblang.

3. AgNO₃ eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash. Tozalab yuvilgan byuretkka kumush nitrat eritmasi bilan chayib tashlanadi, shundan so'ng unga AgNO₃ eritmasi to'ldiriladi va byuretkka titrlash uchun tayyorlanadi. Sig'imi 10 ml bo'lgan toza pipetka natriy xlorid eritmasi bilan chayib tashlanadi va NaCl eritmasidan 10,00 ml o'lchab olib konussimon kolbaga solinadi, so'ngra 2-3 tomchi (0,5 ml) K₂CrO₄ eritmasi qo'shiladi. Ana shundan so'ng aralashmaning sariq rangi kumush nitratning ortiqcha bitta tomchisidan qizil-qo'ng'ir rangga o'tguncha titrlanadi. AgNO₃ eritmasining oxirgi tomchilari sekin, suyuqlikni qattiq chayqatib turgan holda qo'shiladi. Titrlash 3 marta takrorlanadi va hisoblash uchun AgNO₃ eritmasi hajmining o'rtacha arifmetik qiymati olinadi. Natijalar ish jurnaliga 21- ish oxiridagi namunadagidek yoziladi.

21- ish. Eritmadagi osh tuzi miqdorini aniqlash(Mor usuli)

Reaktivlar: AgNO₃ 0,05 M; NaCl ning kontrol eritmasi; 5% li K₂CrO₄.

O'qituvchidan kontrol vazifa sifatida 100 ml sig'imli o'lchov kolbasida olingan osh tuzi eritmasining hajmi distillangan suv bilan kolbaning belgisigacha yetkaziladi. Kolba probka bilan berkitilib, yaxshilab aralashtiriladi. Pipetka yordamida kontrol eritmada 10,00 ml olib konussimon kolbaga solib, so'ngra 0,5 ml K₂CrO₄ qo'shing. Kumush nitratning ishchi eritmasi bilan aralashmaning sariq rangi qizil-qo'ng'ir tusga o'tguncha titrlang. Titrlashni 3 marta takrorlang va hisoblash uchun AgNO₃ eritmasi hajmining o'rtacha arifmetik qiymatini oling. Natijalarni ish jurnaliga namunadagidek yozing.

Vaqt «__» _____ 2004 yil

Mavzu: Cho'ktirish metodi. Argentometriya

Ish №20-21.

1. 100 ml 0,005 M NaCl eritmasini tayyorlash.

Soat oynasining NaCl bilan massasi	12,5692 g
Soat oynasining massasi	12,2756 g
NaCl ning tortimi	0,2936 g

2. NaCl eritmasining titrini hisoblash:

$$T(\text{NaCl}) = \frac{\text{tortim}}{V(\text{kolba hajmi})} = \frac{0,2936}{100} = 0,002936 \text{ g/ml}$$

3. NaCl eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini hisoblash:

$$C(\text{NaCl}) = \frac{T(\text{NaCl}) \cdot 1000}{M(\text{NaCl})} = \frac{0,002936 \cdot 1000}{58,44} = 0,05023 \text{ mol/l}$$

4. AgNO₃ eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini va titrini aniqlash.

Titrlash	V (NaCl), ml	C (NaCl) mol/l	V (AgNO ₃) ml	C (AgNO ₃) mol/l	T (AgNO ₃), g/ml	Indikator 5% li K ₂ CrO ₄
1.	10,00	0,05023				0,5
2.	10,00	0,05023				0,5
3.	10,00	0,05023				0,5
			$\bar{V} =$			

$$C(\text{AgNO}_3) = \frac{V(\text{NaCl}) \cdot C(\text{NaCl})}{\bar{V}(\text{AgNO}_3)} \text{ mol/l}$$

$$K = \frac{C(\text{AgNO}_3)_{\text{amal}}}{C(\text{AgNO}_3)_{\text{nazar}}}; \quad C(\text{AgNO}_3)_{\text{amal}} = K \cdot C(\text{AgNO}_3)_{\text{nazar}}$$

$$T(\text{AgNO}_3) = \frac{M(\text{AgNO}_3) \cdot C(\text{AgNO}_3)}{1000} \text{ g/ml}$$

5. 100 ml eritmadagi NaCl massasini aniqlash

Titrlash	V (NaCl), ml	C(AgNO ₃) ml	V (AgNO ₃) ml	C (NaCl) mol/l	M (AgNO ₃), g	ω (NaCl) %	Indikator 5% li K ₂ CrO ₄
1.	10,00	0,4896					0,5
2.	10,00	0,4896					0,5
3.	10,00	0,4896					0,5
			$\bar{V} =$				

1-usul. 100 ml eritmadagi NaCl massasini hisoblaymiz:

$$C(\text{NaCl}) = \frac{\bar{V}(\text{AgNO}_3) \cdot C(\text{AgNO}_3)}{V(\text{NaCl})} \text{ mol/l}$$

$$m(\text{NaCl}) = \frac{C(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) \cdot V(\text{ml})}{1000} \text{ g}$$

2 usul. T (AgNO₃/NaCl) ni hisoblaymiz

$$T(\text{AgNO}_3/\text{NaCl}) = \frac{C(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{NaCl})}{1000} \text{ g/ml}$$

100 ml eritmadagi NaCl massasini hisoblaymiz:

$$m(\text{NaCl}) = T(\text{AgNO}_3/\text{NaCl}) \cdot \bar{V}(\text{AgNO}_3) \cdot 10 \text{ g}$$

$$K = \frac{C(\text{NaCl})_{\text{amal}}}{C(\text{NaCl})_{\text{nazar}}}$$

$$C(\text{NaCl})_{\text{amal}} = K \cdot C(\text{NaCl})_{\text{nazar}}$$

Rodanometriya

22-ish. Ammoniy rodanidning titrlangan ishchi eritmasini tayyorlash

Reaktivlar: NH_4CSN ; AgNO_3 ning standart eritmasi; 6 n li HNO_3 eritmasi; indikator – temir-ammoniyli achchiqtosh $\text{NH}_4(\text{FeSO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ning to'yingan eritmasi.

Ammoniy rodanid NH_4CSN ning ishchi eritmasi 0,05 n va undan yuqori qilib tayyorlanadi. Kichik konsentratsiyali eritmaning rangi nihoyatda och bo'ladi va ekvivalent nuqtani aniqlashni qiyinlashtiradi. Tortim bo'yicha ammoniy (yoki kaliy) rodanidning aniq konsentratsiyali (titrlangan) eritmasini tayyorlab bo'lmaydi, chunki bu tuzlar gigroskopikdir. Shuning uchun rodanidning taxminiy konsentratsiyali eritmasi tayyorlanib, uning aniq konsentratsiyasini belgilashda kumush nitratning titrlangan (standart) eritmasidan foydalaniladi. Ekvivalent nuqtani aniqlashda indikator sifatida temir ammoniyli achchiqtosh $\text{NH}_4(\text{FeSO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ning to'yingan eritmasi ishlatiladi. Fe^{3+} ionlari gidrolizlanmasin uchun indikator eritmasiga va titrlanayotgan eritmaga 6 n li nitrat kislota eritmasidan qo'shiladi.

1. 100 ml 0,05 n konsentratsiyali ammoniy rodanid eritmasini tayyorlash.

NH_4CSN ning ekvivalent molyar massasi uning molyar massasiga teng:

$$E(1/Z \text{ NH}_4\text{SCN}) = M(\text{NH}_4\text{SCN})/1 = 76,12$$

Shuning uchun taxminiy konsentratsiyasi 0,05 n bo'lgan 0,1 litr eritma tayyorlash uchun zarur ammoniy rodanid tuzi miqdori:

$$m(\text{NH}_4\text{SCN}) = M(1/2\text{NH}_4\text{SCN}) \cdot C(1/2\text{NH}_4\text{SCN}) \cdot V(\text{litr}) = 76,12 \cdot 0,05 \cdot 0,1 = 0,3806 \text{ g}$$

Analitik tarozida ammoniy rodaniddan 0,4 g atrofida tortim o'lchab olinadi, u sig'imi 100 ml o'lchov kolbasiga solinadi, distillangan suvda eritiladi, eritma hajmini kolba belgisiga qadar yetkazib, eritma yaxshilab chayqatiladi.

2. Tayyorlangan ammoniy rodanid eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini aniqlash. Byuretkani yuvib, tozalab, ammoniy rodanid eritmasi bilan chayib, taxminiy konsentratsiyali NH_4CSN eritmasi bilan to'ldiriladi va nol nuqta topiladi. Pipetka kumush nitratning standart eritmasi bilan chayiladi va uning yordamida AgNO_3 eritmasidan 10,00 ml o'lchab konussimon kolbaga quyiladi. Unga 1 ml temir ammoniyli achchiqtosh (indikator) eritmasi va 3 ml 6 n HNO_3 eritmasi

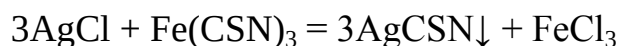
aralashtiriladi. Sekin, ammo to'xtovsiz chayqatib turgan holda byuretkadagi rodanid eritmasi bilan titrlanadi. Qattiq chayqatilganda ham yo'qolmaydigan qizg'ish - pushti rang paydo bo'lgandan so'ng titrlash to'xtatiladi.

Titrlash yana ikki marta takrorlanadi, o'xshash natijalardan o'rtacha qiymat chiqariladi va ammoniy rodanid eritmasining konsentratsiyasi hisoblab topiladi. Natijalar ish jurnaliga 23- ish oxiridagi namunadagidek yoziladi.

23-ish. Galogenlarni rodanometrik usulda aniqlash (Folgard usuli)

Reaktivlar: NaCl; AgNO₃ ning standart eritmasi; 6 n HNO₃ eritmasi; NH₄CSN ning titrlangan eritmasi; indikator – temir-ammoniyli achchiqtosh NH₄(FeSO₄)₂·12H₂O ning to'yingan eritmasi.

Eritma tarkibidagi galogenlar miqdorini Folgard usuli bilan aniqlashda kumush nitratning galogenlar bilan ta'sirlashuvidan ortib qolgan miqdori ammoniy (yoki kaliy) rodanidning eritmasi bilan titrlanadi. Bunda kumush xlorid bilan ortiqcha temir rodanid orasida quyigicha reaksiya ya'ni qo'shimcha reaksiya boradi:



Hosil bo'lgan indikatorning to'q-qizil rangi asta sekin yo'qolib boradi. Shu sababli titrlashdan olingan natijaning xatosi katta bo'ladi.

Agar eritmadagi ortiqcha kumush nitratni rodanid eritmasi bilan titrlashdan oldin hosil bo'lgan AgCl cho'kmasi filtrlab ajratilsa yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan xato kamayadi. Ba'zan esa eritmaga suv bilan aralashmaydigan organik erituvchi (masalan, CHCl₃ xloroform yoki CCl₄ uglerod tetraxlorid) qo'shib AgCl cho'kmasi bilan eritma orasida inetr qavat hosil qilinadi.

Aniqlash tartibi. Galogenning biror tuzi, masalan NaCl dan analitik tarozida shunday miqdorda tortib olinadiki, 100 ml hajmli o'lchov kolbasiga solib eritilganda taxminan 0,05 n dan ortiq konsentratsiyali eritma hosil bo'lmasin.

Konussimon kolbaga pipetka yordamida tekshirilayotgan eritmadan 10,00 ml 6 n nitrat kislotadan 3 ml olib, unga byuretkadagi AgNO₃ ning tirlangan eritmasidan ortiqcha miqdorda qo'shiladi (masalan 18,00 ml).

Kolbadagi aralashma yaxshilab aralashtiriladi va hosil bo'lgan AgCl cho'kmasi filtrlab ajratiladi, cho'kma distillangan suv bilan 2-3 marta yuviladi va asosiy filtratga qo'shiladi. Filtratni tozalab yuvilgan konussimon kolbaga solib, temir ammoniyli achchiqtosh eritmasi (indikator) qo'shiladi va sekin ammo to'xtovsiz chayqatib turgan holda byuretkadagi rodanid eritmasi bilan titrlanadi. Qattiq chayqatilganda ham yo'qolmaydigan qizg'ish-pushti rang paydo bo'lgandan so'ng titrlash to'xtatiladi. Aniqlashni yana 2 marta takrorlab o'rtacha qiymati olinadi. Natijalar ish jurnaliga namunadagidek yoziladi.

Vaqt « _____ » _____ 2004 yil

Mavzu: Cho'ktirish usuli. Rodanometriya

Ish № 22- 23.

1. 100 ml 0,05 n ammoniy rodanid eritmasini tayyorlash

Byuksning NH₄CSN bilan massasi 12,9692 g

Byuksning massasi 12,5692 g

NH₄CSN ning tortimi 0,4 g

2. NH₄CSN eritmasining titrini hisoblash:

$$T(\text{NH}_4\text{CSN}) = \frac{\text{tortim}}{V(\text{kolba hajmi})} = \frac{0,4}{100} = 0,004 \text{ g/ml}$$

3. NH₄CSN eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini hisoblash:

$$C(\text{NH}_4\text{CSN}) = \frac{T(\text{NH}_4\text{CSN}) \cdot 1000}{M(\text{NH}_4\text{CSN})} = \frac{0,004 \cdot 1000}{76,12} = 0,0525486 \text{ mol/l}$$

4. NH₄CSN eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini va titrini aniqlash.

Titrlash	V(AgNO ₃) ml	C(AgNO ₃) mol/l	V(NH ₄ CSN) ml	C(NH ₄ CSN) mol/l	T(NH ₄ CSN) g/ml	Indikator NH ₄ (FeSO ₄) ₂
1.	10,00	0,01		/	/	1,00
2.	10,00	0,01				1,00
3.	10,00	0,01				1,00
			$\bar{V} =$			

$$C(\text{NH}_4\text{SCN}) = \frac{V(\text{AgNO}_3) \cdot C(\text{AgNO}_3)}{\bar{V}(\text{NH}_4\text{SCN})} \text{ mol/l}$$

$$K = \frac{C(\text{NH}_4\text{SCN})_{\text{amal}}}{C(\text{NH}_4\text{SCN})_{\text{nazar}}}; \quad C(\text{NH}_4\text{SCN})_{\text{amal}} = K \cdot C(\text{NH}_4\text{SCN})_{\text{nazar}}$$

$$T(\text{NH}_4\text{SCN}) = \frac{C(\text{NH}_4\text{SCN}) \cdot M(\text{NH}_4\text{SCN})}{1000} \text{ g/ml}$$

5. 100 ml NaCl eritmasidagi Cl^- miqdorini aniqlash

Titrlash	V(NaCl) ml	C(AgNO ₃) mol/l	V(NH ₄ SCN) ml	V(AgNO ₃) ml	C(NH ₄ SCN) mol/l	m(Cl ⁻), g	ω(Cl ⁻), %
1.	10,00	0,01030		18,00	0,05		
2.	10,00	0,01030		18,00	0,05		
3.	10,00	0,01030		18,00	0,05		
			$\bar{V} = 2,86$				

Hisoblashlarni quyidagi formulalar bo'yicha bajaring:

1- usul.

$$C(\text{NaCl}) = \frac{[V(\text{AgNO}_3) \cdot C(\text{AgNO}_3) - [\bar{V}(\text{NH}_4\text{SCN}) \cdot C(\text{NH}_4\text{SCN})]]}{V(\text{NaCl})} =$$

$$= \frac{(18,00 \cdot 0,01030) - (2,86 \cdot 0,05)}{10,00} = \frac{0,1854 - 0,143}{10,00} = \frac{0,0424}{10,00} = 0,00424 \text{ mol/l}$$

$$m(\text{Cl}^-) = C(\text{NaCl}) \cdot M(\text{Cl}^-) \cdot V(\text{litrlar}) = 0,00424 \cdot 35,46 \cdot 0,1 = 0,015035 \text{ g}$$

$$\omega(\text{Cl}^-) = \frac{m(\text{Cl}^-)}{m(\text{tortim})} \cdot 100 = \frac{0,015035}{0,1134} \cdot 100 = 13,25837\%$$

2 -usul. Pipetkalash usulida Cl^- ning massa ulushiini (%da) hisoblash:

$$\omega(\text{Cl}^-) = \left[\frac{C(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3) - C(\text{NH}_4\text{SCN}) \cdot V(\text{NH}_4\text{SCN})}{1000} \right] \cdot M(\text{Cl}^-) \cdot \frac{V(K)}{V(\text{NaCl})} \cdot \frac{100}{m} \%$$

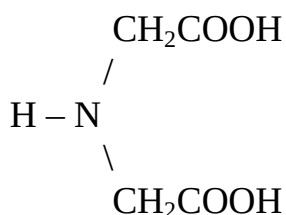
3 -usul. Titr bo'yicha Cl^- ning massa ulushini (%da) hisoblash:

$$\omega(\text{Cl}^-) = \left[\frac{T(\text{AgCl}) \cdot V}{M(\text{AgCl})} - \frac{T(\text{NH}_4\text{SCN}) \cdot V(\text{NH}_4\text{SCN})}{M(\text{NH}_4\text{SCN})} \right] \cdot M(\text{Cl}^-) \cdot \frac{V(K)}{V(\text{NaCl})} \cdot \frac{100}{m} \%$$

Kompleksonometriya

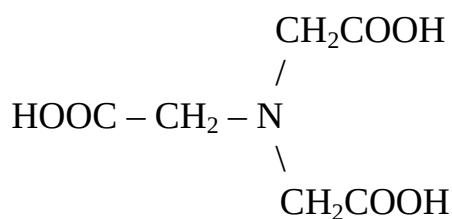
Kompleksonometriya hajmiy analiz usuli bo'lib, aniqlanadigan kationlar bilan komplekslarning o'zaro ta'siridan barqaror kompleks birikma hosil qilish reaksiyalariga asoslangan.

Kompleksonlar organik birikmalar bo'lib, ular aminopolikarbon kislotalarning hosilalaridir, komplekslarning eng birinchi vakili iminodisirka kislota

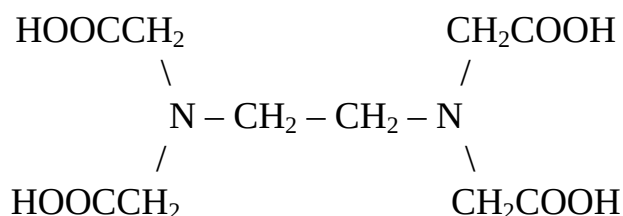


Titrimetrik analizda eng ko'p qo'llaniladigan komplekslarga:

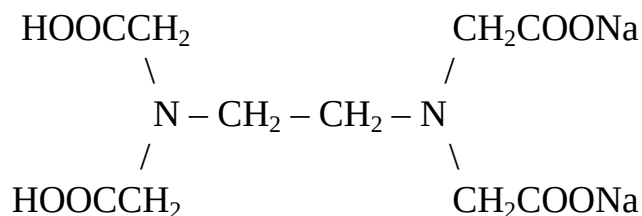
aminotrisirka kislota, ya'ni kompleks I



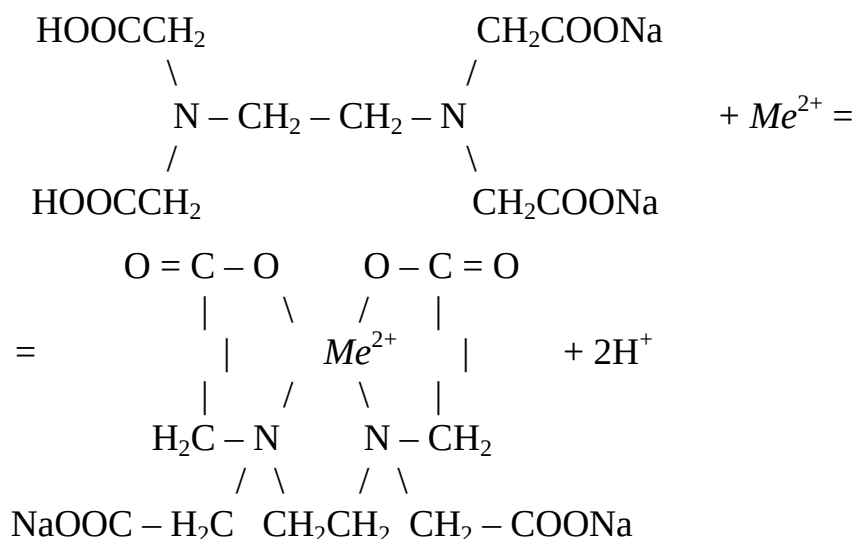
etilendiaminotetrasirka kislota, yoki kompleks II



dinatriy etilendiaminotetraatsetat (EDTA) ya'ni kompleks III

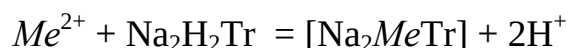


Oddiyroq bo'lsin uchun ba'zan trilon B yoki qisqacha $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Tr}$ deb ataladi. Bu kuchsiz kislota xossalriga ega, suvda oson eriydigan va organik erituvchilarda erimaydigan oq kristall modda. EDTA ko'p kationlar bilan barqaror ichki kompleks birikmalar (xelatlar) hosil qiladi:



bunda Me^{2+} – aniqlanadigan metall kationi.

EDTA ning qisqacha formulasidan foydalanib Me^{2+} ionlari bilan kompleks hosil bo'lish reaksiyasini quyidagi tenglama orqali ifodalash mumkin.

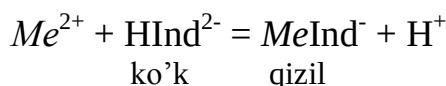


Muvozanatni kompleks birikma hosil bo'lish tomoniga siljitish uchun eritmaga ammiakli bufer aralashma qo'shiladi.

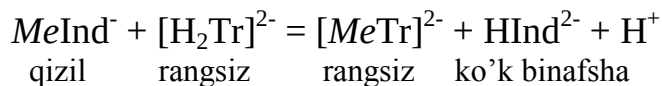
EDTA ishqoriy-yer metallarining ionlari (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Ba^{2+}) bilan ichki komplekslar hosil qiladiki, bu kationlarni boshqa usullar bilan kompleks birikmalar holatiga o'tkazish qiyin. Ca^{2+} , Mg^{2+} , Ba^{2+} ionlarining eritmalarini EDTA ishchi eritmasi bilan titrlab, ularning miqdorini aniqlash mumkin. Titrlash vaqtida ekvivalent nuqtani aniqlashda indikatorlardan foydalaniladi. Ana shu maqsadda mureksid yoki boshqa maxsus indikator “qora erioxrom T” dan foydalaniladi. Bunday indikatorlar metall indikatorlar deb ataladi. Ular organik bo'yoqlar bo'lib, aniqlanadigan kationlar bilan kompleks birikmalar hosil qiladi, bu kompleks birikmalar EDTA bilan hosil qilingan kompleks birikmalarga nisbatan beqaror bo'ladi. Masalan, “qora erioxrom T” Ca^{2+} , Mg^{2+} va boshqa bir qancha metallarning ionlari bilan olcha qizil rang ichki kompleks birikmalar hosil qiladi. Indikator eritmalarida ko'k rangli bo'ladi. Tekshirilayotgan eritma EDTA eritmasi bilan titrlanayotgan metall ionlari indikatorlardan ajraladi va EDTA ga birikadi.

Shunday qilib, erkin indikator ajralib chiqa boshlaydi. Natijada ekvivalent nuqtada eritmaning qizil rangi ko'k rang bilan almashinadi. Qora erioxrom T

indikatorning eritmadagi anioni HInd^{2-} bilan belgilansa, uning ikki valentli metall ioni Me^{2+} bilan ta'sirlashishi quyidagicha bo'ladi:



Hosil bo'lgan MeInd^- ning beqaror kompleksi EDTA ta'sirida parchalanadi:



Indikator rangining o'zgarishi, xususan ishqoriy muhitda $\text{pH} = 10$ da seziluvchan bo'ladi. Shuning uchun titrlanayotgan eritmaga ammiakli bufer aralashma ($\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$) qo'shiladi (qo'shilgan bufer aralashma kompleks birikma hosil bo'lish reaksiyasi davomida hosil bo'luvchi vodorod ionlarini ham neytrallaydi).

24 -ish Komplekson III (trilon B) ning standart eritmasini tayyorlash

Reaktivlar: Trilon B; qora erioxrom T; NaCl ; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ yoki MgCl_2 (MgO , KOH , HCl); konsentrlangan NH_4OH ; NH_4Cl

1. EDTAning standart eritmasini tayyorlash. EDTA ikki molekula suv bilan rkristallanadi, empirik formulasi $\text{Na}_2\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_8\text{N}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Agar u $120-140^\circ\text{C}$ da qizdirilsa, ikki molekula suvni yo'qoladi. Standart eritma tayyorlash uchun ham suvsiz tuz va ham kristallogidratdan foydalanish mumkin. Reaksiyalarda kationlar bilan ikkita vodorod ioni H^+ almashinishi mumkin, shuning uchun

$$M(1/2\text{Na}_2\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_8\text{N}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{M}{2} = \frac{372,25}{2} = 186,13 \text{ g}$$

$$M(1/2\text{Na}_2\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_8\text{N}_2) = \frac{M}{2} = 168,11 \text{ g}$$

250,00 ml 0,1 n EDTA eritmasini tayyorlash uchun zarur bo'lgan kristallogidrat tortimining massasi:

$$m(\text{ЭДТА}) = \frac{186,13 \cdot 0,1 \cdot 250}{1000} = 4,65 \text{ g}$$

suvsiz tuz uchun esa:

$$m(\text{ЭДТА}) = \frac{168,11 \cdot 250}{1000} = 4,20 \text{ g}$$

Texnokimyoviy tarozida hisoblanganiga yaqin tortim o'lchab olinadi. Tortim 250 ml sig'imli o'lchov kolbasiga solinadi va kolba ikki marta distillangan (bidistillat) suv bilan belgisigacha to'ldirib eritiladi (distillangan suv tarkibida Ca^{2+} , Mg^{2+} kationlari bo'lmasligi kerak).

Bu usulda aniq konsentratsiyali eritma tayyorlash qiyin, shuning uchun amalda EDTA ning taxminiy konsentratsiyali eritmasi tayyorlanadi. So'ngra uning titri va ekvivalent molyar konsentratsiyasi MgCl_2 (MgSO_4) yoki kalsiy sulfatning fiksanaldan tayyorlangan standart eritmasi yordamida ammiakli muhitda qora erioxrom T indikator ishtirokida aniqlanadi.

2. MgCl_2 ning standart eritmasini tayyorlash. EDTA molekullari va kationlar orasidagi hamma reaksiyalar 1:1 nisbatda boradi, shuning uchun MgCl_2 ning ekvivalent molyar massasi uning molyar massasiga teng. Binobarin, EDTA bo'yicha 0,1 n MgCl_2 , vodorod bo'yicha 0,2 n bo'ladi.

EDTA eritmasining titrini aniqlash uchun 100 ml 0,2 n MgCl_2 tayyorlash yetarli $M(1/2 \text{MgCl}_2) = 47,61$ g.

100 ml 0,2 n eritma tayyorlash uchun zarur bo'lgan MgCl_2 ning massasi:

$$m(\text{MgCl}_2) = \frac{C(1/2\text{MgCl}_2) \cdot M(1/2\text{MgCl}_2) \cdot V(\text{ml})}{1000} = \frac{0,2 \cdot 47,61 \cdot 100}{1000} = 0,9520 \text{ g}$$

Reaksiya tenglamasi bo'yicha 0,92520 g MgCl_2 olish uchun kerak bo'ladigan MgO ning massasini aniqlaymiz:

$$\begin{array}{rcl} \text{MgO} + 2\text{HCl} & = & \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \\ 40,31 \text{ g} & \text{---} & 95,22 \text{ g} \\ x \text{ g} & \text{---} & 0,9520 \text{ g} \\ x = \frac{40,31 \cdot 0,9520}{95,22} & = & 0,4030 \text{ g} \end{array}$$

Analitik tarozida hisoblanganiga yaqin miqdorda MgO tortimi olinadi. Olingan tortimning hammasi 100 ml sig'imli o'lchov kolbasiga solinadi va 1-1,5 ml konsentrlangan ($\rho = 1,19$ g/ml) HCl da eritiladi so'ngra bidistillangan suv bilan eritmaning hajmi o'lchov kolbasining belgisiga qadar suyultiriladi va probka bilan berkitib, yaxshi aralashtiriladi.

3. Magniy sulfat tuzining titrlangan eritmasini tayyorlash. Magniy sulfat tuzining titrlangan eritmasi fiksandalan tayyorlanadi, buning uchun ampula ichidagi tuz bidistillangan suvda eritiladi va eritmaning hajmi 1 l ga yetkaziladi. Agar fiksanal ham bo'lmasa u holda kimyoviy toza magniy sulfat $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan foydalaniladi.

$$M(1/2 \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 246/2 = 123 \text{ g}$$

100 ml 0,2 n li eritma tayyorlash uchun zarur bo'lgan $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ning massasini hisoblaymiz:

$$m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,2 \cdot 123 \cdot 100}{1000} = 2,46 \text{ g}$$

Analitik tarozida aniq tortim olinadi va u o'lchov kolbasiga solinadi, bidistillangan suvda eritiladi, eritmaning hajmi o'lchov kolbasining 100 ml li belgisiga qadar suyultiriladi. So'ngra 0,2 n eritma uchun tuzatma va tayyorlangan eritmaning titri hisoblab topiladi.

4. Ammoniyli bufer eritma tayyorlash. 1 litr sig'imli o'lchov kolbasiga 67,5 g NH_4Cl solinadi, 200 ml distillangan suv quyiladi va tuz erib ketguncha yaxshilab aralashtiriladi. So'ngra 570 ml konsentrlangan NH_4OH eritmasi qo'shiladi eritma hajmi kolbaning belgisiga etguncha distillangan suv to'ldiriladi va aralashtiriladi. Olingan bufer eritmada $\text{pH} = 10$ bo'ladi.

5. Qora erioxrom T eritmasini tayyorlash. Indikatorndan 0,5 grammi 10 ml ammiakli bufer eritmada va sig'imi 10 ml li o'lchov kolbasining belgisigacha etil spirt qo'shiladi. Tayyorlangan bu eritma uncha barqaror emas, saqlanish muddati 10 sutkagacha. Agar 1 g qora erioxrom T va 100 g NaCl yoki KCl (kimyoviy toza) indifferent to'ldiruvchi sifatida chinni havonchada aralashtirilsa, indikatorning saqlanish muddati uzayadi. Titrlashni boshlashdan oldin titrlanuvchi eritmaga indikatorning quruq aralashmasidan shpatel yordamida 20- 30 mg qo'shiladi. Qora erioxrom T ni «maxsus qora xromogen ET-00» deb ham yuritiladi.

6. EDTA ning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash. Byuretkada EDTA eritmasi bilan to'ldiriladi. Pipetka tayyorlangan MgCl_2 eritmasi bilan chayiladi va titrlash kolbasiga pipetka yordamida 10,00 ml eritma solinadi,

uning ustiga o'lchov silindri yordamida 5,00 ml ammoniyli bufer eritma solinadi va yaxshilab aralashtiriladi. Shpatel bilan 20-30 mg quruq indikatorli aralashma qo'shiladi. Eritma qizil rangga bo'yaladi. Konussimon kolbadagi aralashmaning rangi qizildan ko'kish-binafsha tusga o'zgarguncha byuretkadagi EDTA eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash uch marta takrorlanadi va hisoblash uchun EDTA eritmasi hajmining o'rtacha qiymati olinadi. Natijalar va hisoblashlar 25-ish oxiridagi namunadagidek yoziladi.

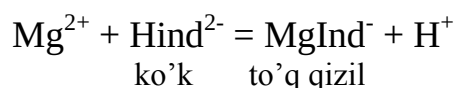
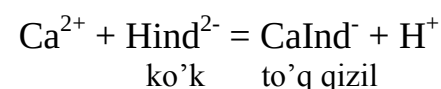
25-ish. Suvning umumiy qattiqligini kompleksometrik usulda aniqlash

Reaktivlar: standart eritma – 0,1 n EDTA; 0,2 n $MgCl_2$; ammiakli bufer eritma; indikator – qora erioxrom T.

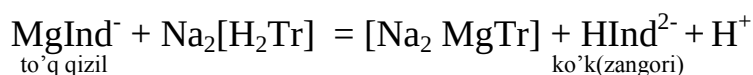
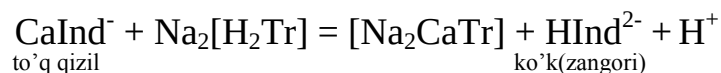
Tabiiy suvning umumiy qattiqligi 1 l suvdagi kalsiy va magniy ionlarining milligramm ekvivalentlar soni yig'indisiga teng:

$$K_{um} = \frac{[Ca^{2+}]}{20,04} + \frac{[Mg^{2+}]}{12,16} \text{ mg/l}$$

Tekshirilayotgan suvga ammoniyli bufer eritma qo'shish bilan uning muhiti $pH \approx 10$ ga etkaziladi. Indikator vazifasini qora erioxrom T bajaradi, u Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari bilan to'q qizil rangli suvda eruvchan komplekslar hosil qiladi:



Hosil bo'lgan kalsiyli kompleks birikmaning beqarorlik konstantasi $3,0 \cdot 10^{-6}$, magniyniki $1 \cdot 10^{-7}$. EDTA bilan Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari hosil qiladigan komplekslarning beqarorlik konstantasi nisbatan kichik (kalsiyli kompleks uchun $2,7 \cdot 10^{-11}$, magniyli uchun $2 \cdot 10^{-9}$). Ana shu sababli bu metall ionlar bilan indikator orasida hosil bo'lgan kompleks birikma EDTA ta'sirida parchalanadi va beqaror komplekslar o'rniga nisbatan barqaror komplekslar hosil bo'ladi.



Ekvivalent nuqtada eritmaning to'q qizil rangi eritmada indikator anionlarning to'planishi natijasida ko'k- binafsha tusga o'zgaradi.

Aniqlash tartibi: Suvning umumiy qattiqligini aniqlash uchun o'lchov kolbasiga tabiiy, 100 ml o'lchab olib, konussimon kolbaga solinadi, ustiga 5 ml ammoniyli bufer eritma o'lchov silindri bilan o'lchab solinadi va aralashtiriladi. Shpatel bilan indikator "qora erioxrom T" ning quruq aralashmasidan 20-30 mg qo'shiladi. Aralashmani to'q qizil rangdan binafsha rang orqali ko'k zangori rangga o'tguncha doimo aralashtirib turgan holda byuretkadagi 0,1 n EDTA eritmasini bir tomchisidan ko'k rangga o'tganda titrlash tugatiladi. Ekvivalent nuqtaga yaqinlashgan sari EDTA dan asta sekin tomizish zarur. Titrlash 3 marta takrorlanadi va hisoblash uchun EDTA eritmasi hajmining o'rtacha qiymati olinadi. Natijalar ish jurnaliga namunadagidek yoziladi.

Vahti «___» _____ 2004 yil

Mavzu: Suvning umumiy qattiqligini kompleksonometrik usulda aniqlash

Ish № 24 - 25.

1. 100 ml 0,2 n li MgCl_2 eritmasini tayyorlash.

Soat oynasining MgO bilan massasi	12,6787 g
Soat oynasining massasi	12,2756 g
MgO tortimi	0,4131 g

2. Hosil bo'lgan MgCl_2 massasini hisoblash: $\text{MgO} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

$$\begin{aligned} 40,13 \text{ g} & \text{ — } 95,22 \text{ g} \\ 0,4131 \text{ g} & \text{ — } x \text{ g} \\ x & = \frac{0,4131 \cdot 95,22}{40,31} = 0,9522 \text{ g} \end{aligned}$$

3. MgCl_2 eritmasining titrini hisoblash:

$$T(\text{MgCl}_2) = \frac{\text{MgCl}_2 (\text{tortim})}{V(\text{kolba})} = \frac{0,9522}{100} = 0,009522 \text{ g/ml}$$

4. MgCl_2 eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini hisoblash:

$$C(1/2\text{MgCl}_2) = \frac{T(\text{MgCl}_2) \cdot 1000}{M(1/2\text{MgCl}_2)} = \frac{0,009522 \cdot 1000}{47,6} = 0,2000 \text{ mol/l}$$

5. Tuzatma ko'effitsiyentini aniqlaymiz:

$$K = \frac{C(\text{MgCl}_2)_{\text{amal}}}{C(1/2\text{MgCl}_2)_{\text{nazar}}} = \frac{0,2}{0,2} = 1$$

$$C(1/2\text{MgCl}_2)_{\text{amal}} = C(1/2\text{MgCl}_2)_{\text{nazar}} \cdot K = 0,2 \cdot 1 = 0,2$$

MgCl_2 o'rniga $\text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ olinganida ham yuqoridagidek hisoblashlar o'tkaziladi.

6. EDTA eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini hisoblash

Titrlash	$V(\text{MgCl}_2)$ ml	$C(1/2 \text{MgCl}_2)$ mol/l	$V(\text{EDTA})$ ml	$C(1/2\text{EDTA})$ mol/l	$T(\text{EDTA})$ g/ml	Indikator qora erioxrom T, mg
1.	10,00	0,2				20-30
2.	10,00	0,2				20-30
3.	10,00	0,2				20-30
			$\bar{V} = 20,16$			

$$C(1/2\text{EDTA}) = \frac{V(\text{MgCl}_2) \cdot C(\text{MgCl}_2)}{M(\text{EDTA})} = \frac{10,00 \cdot 0,2}{20,16} = 0,09920 \text{ mol/l}$$

$$K = \frac{C(1/2\text{EDTA})_{\text{amal}}}{C(1/2\text{EDTA})_{\text{nazar}}} = \frac{0,09920}{0,1} = 0,992;$$

$$C(1/2\text{EDTA})_{\text{amal}} = C(1/2\text{EDTA})_{\text{nazar}} \cdot K = 0,09920 \cdot 0,992 = 0,0984064 \text{ mol/l}$$

$$T(\text{EDTA}/\text{MgCl}_2) = \frac{M(\text{MgCl}_2) \cdot C(1/2\text{EDTA})}{1000} = \frac{0,0984064 \cdot 47,6}{1000} = 0,0046841 \text{ g/ml}$$

7. Suvning umumiy qattiqligini aniqlash

Titrlash	$V(\text{H}_2\text{O})$ ml	$C(1/2 \text{EDTA})$ mol/l	$V(\text{EDTA})$ ml	Indikator qora erioxrom T, mg	$V(\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl})$ ml	Suvning umumiy qattiqligi, mg-ekv/l
1.	100,0	0,0984064		20-30	5,00	
2.	100,0	0,0984064		20-30	5,00	
3.	100,0	0,0984064		20-30	5,00	
			$\bar{V} = 12,60$			

Suvning umumiy qattiqligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$K = \frac{\bar{V}(\text{EDTA}) \cdot C(1/2\text{EDTA})}{V(\text{H}_2\text{O})} \cdot 1000 \frac{\text{mg} - \text{ekv}}{\text{l}}$$

$$K = \frac{12,60 \cdot 0,0984064}{100} \cdot 1000 = 12,3992 \frac{\text{mg} - \text{ekv}}{\text{l}}.$$

Adabiyotlar

1. Янсон Э.Ю. Теоритические основы аналитической химии: Учеб. пособие М.: Высш. шк, 1987. 261с.
2. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии: В 2т. М.: Мир
3. Фритц Дж., Шенк Г. Количественный анализ. М.: Мир, 1978. 557с.
4. Алексеев Б.Н. Количественный анализ: Учеб. М.: Химия, 1972. 504с.
5. Логинов Н.Я., Воскресенский А.Г., Солодкин И.С. Аналитическая химия. М.: Просвещение, 1975.
6. Крешков А.П. Основы аналитической химии, кн 2. М.: Химия, 1970.
7. Сборник задач и упражнений по количесвенному анализу./ Под. ред. проф. А.С.Карнаухова. М.: Просвещение, 1972.
8. Мусакина А.П. Задачник по количесвенному анализу. Л.: Ленинградское отделение изд-во «Химия» 1972.
9. Толипов Ш.Т., Хусанов Х.Ш. Аналитик химиядан масалалар тўплами: Т.: Ўқитувчи, 1984. 223 б.
10. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии: М.: Химия. 1979. 480с.

Mundarija

Soʻz boshi.....	5
Miqdoriy tahlil, uning vazifasi va usullari.....	6
Gravimetrik (tortma) tahlil usullari	
1-ish. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tarkibidagi kristallizatsiya suvi miqdorini aniqlash.....	8
2-ish. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tarkibidagi Ba^{2+} miqdorini aniqlash.....	10
Titrimetrik (hajmiy) tahlil usullari	
3-ish. Hajmni oʻlchash asboblari bilan ishlashni oʻrganish (suvda).....	15
Neytrallash usuli	
4-ish. Standart eritmalar tayyorlash.....	17
5-ish. Oksalat kislotaning ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1 mol/l boʻlgan 100 ml eritmasini tayyorlash.....	20
6-ish. Alkalimetrik usul bilan kislotalar konsentratsiyasini aniqlash.....	24
7-ish. NaOH va Na_2CO_3 lar birgalikda ishtirok etganda ularni aniqlash.....	26
8-ish. Atsidimetrik usulda eritmadagi ammiak massasini aniqlash.....	29
9-ish. Teskari titrlash metodi bilan ammoniy tuzlari tarkibidagi ammiakni aniqlash.....	29
10-ish. Suvning karbonatli qattiqligini aniqlash.....	32
Oksidlanish-qaytarilish usullari	
Permanganometriya	
11-ish. KMnO_4 ning ishchi eritmasini tayyorlash va uning titrini aniqlash.....	33
12-ish. Mor tuzi tarkibidagi Fe^{2+} miqdorini aniqlash.....	36
13-ish. Eritmadagi vodorod peroksid massasini aniqlash.....	38
14-ish. Natriy nitritning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash.....	39
Xromatometriya	
15-ish. Ruda tarkibidagi Fe^{2+} miqdorini xromatometrik usulda aniqlash.....	41
Yodometriya	
16-ish. Natriy tiosulfatning titrlangan eritmasini tayyorlash va konsentratsiyasini aniqlash.....	45
17-ish. Yod eritmasining konsentratsiyasini aniqlash.....	48
18-ish. Mis sulfat eritmasidagi Cu^{2+} miqdorini aniqlash.....	50
19-ish. Suvdagi erkin xlor miqdorini aniqlash.....	52
Choʻktirish usullari	
Argentometriya	
20-ish. AgNO_3 ning titrlangan ishchi eritmasini tayyorlash.....	53
21-ish. Eritmadagi osh tuzi miqdorini aniqlash.....	55
Rodanometriya	
22-ish. Ammoniy rodanidning titrlangan ishchi eritmasini tayyorlash.....	57
23-ish. Galogenlarni rodanometrik usulda aniqlash.....	58
Kompleksonometriya	
24-ish. Komplekson III (trilon B) ning standart eritmasini tayyorlash.....	63
25-ish. Suvning umumiy qattiqligini kompleksometrik usulda aniqlash.....	66
Adabiyotlar roʻyxati.....	69

Muzaffar Samandarovich Sharipov
Nurillo Ibodullayevich Nazarov
Matluba Muxtorovna Amonova

ANALITIK KIMYO FANIDAN
LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI

Universitet talabalari uchun uslubiy qo'llanma

Bosishga ruxsat etildi 2018. Bosma tabog'i 4,5. Adadi 200 nusxa.
Bahosi kelishilgan narxda

