H. Ýowjanow

ANALITIKI HIMIÝA

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw gollanmasy

Türkmenistanyň Bilim ministrligi tarapyndan hödürlenildi

Aşgabat
Türkmen döwlet neşirýat gullugy
2010

UOK 543
Ý 95

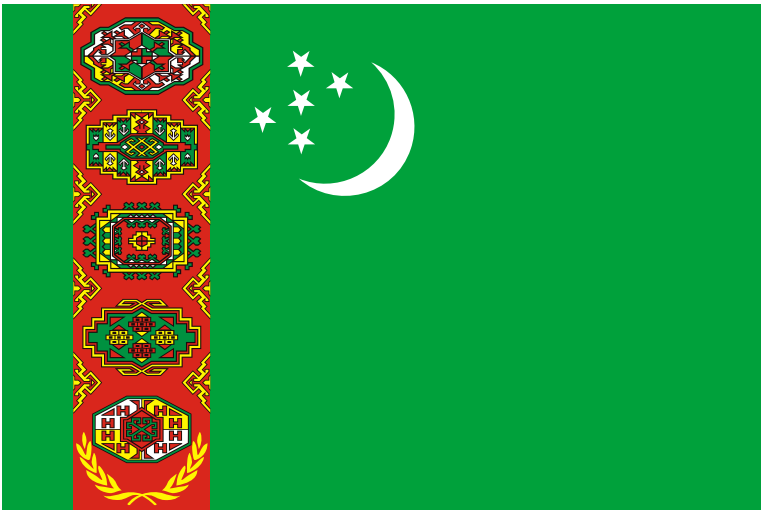
Ýowjanow H.
Ý 95 **Analitiki himiýa.** Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw gollanmasy. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010.

Kitap ýokary okuw mekdepleriniň inžener-tehniki hünärleriniň talyplary we mugallymlary üçin niýetlenen. Kitapda "Analitiki himiýa" dersiniň nazary esaslary, çözgütli meseleleri, tejribe işleriniň usulyýetleri, barlag test soraglary, dürli himiki we fiziki-himiki maglumatlar getirilýär.

TDKP № 56, 2010 KBK 24.4 ýa
73

TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI
GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW

TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET TUGRASY



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET BAÝDAGY

TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET SENASY

Janym gurban saňa erkana ýurdum,
Mert pederleň ruhy bardyr köňülde.
Bitarap, garaşsyz topragyň nurdur.
Baýdagyň belentdir dünýäň öňünde.

Gaýtalama:
Halkyň guran Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym.

Gardaşdyr tireler, amandyr iller,
Owal-ahyr birdir biziň ganymyz.
Harasatlar almaz, syndyrmaz siller,
Nesiller döş gerip, gorar şanymyz.

Gaýtalama:
Halkyň guran Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym.

GIRIŞ

Türkmenistanyň Prezidenti Hormatly Gurbanguly Berdimuhamedowyň Täze Galkynyş syýasatyna we "Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin baş ugry" Milli Maksatnamasyna laýyklykda nebit, gaz, himiýa we beýleki halk hojalyk pudaklarynyň ösüşini ýakyn geljekde has ýokary derejelere ýetirmeklik göz öňünde tutulýar. Bu wezipeleri amala aşyrmak bolsa Altyn Asyryň Altyn hünärmenleri boljak şu günki talyplaryň paýyna düşdi. Hünärmenleri Garaşsyz Türkmenistanyň ykdysadyýet ulgamlarynyň talabyna we aýratynlyklaryna görä döwrebap taýýarlamaklyga uly üns berilýär. Şeýle bolansoň talyplara öz ugurlary boýunça gerekli bilimi edinmek we ony iş tejribesinde kämil ulanmagy başarmak häzirki zaman ösen tehnologiýalaryň esasy talaplarynyň biridir. Himiýa we beýleki mineral çig mal serişdelerini gaýtadan işleýän senagatda başlangyç çig malyň, aralyk we harytlyk önümleriň hilini, himiki düzümini kesgitlemek önümçiligiň iň jogapkärli we wajyp meselelerinin biri bolup durýar. Şol wezipeleri ýerine ýetirmek analitiki himiýanyň usullarynyň üsti bilen amala aşyrylýar. Şeýle hem analitiki himiýa ekologiki meseleleri çözmekde hem uly rol oýnaýar. Umuman, analitiki himiýa bu maddalaryň analiziniň usullary hakyndaky özbaşdak ylymdyr. Ol maddalaryň düzümini hil we mukdar taýdan himiki, fiziki-himiki we fiziki usullary arkaly kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Şonuň üçin inžener himik tehnologlar, ekologlar, standart we sertifikatlaşdyrma hünärlerinde analitiki himiýa dersiniň ýeterlik göwrümde geçirilmegi örän möhümdir. Şu okuw kitaby ýokary okuw mekdeplerinin inžener-tehniki hünärlerinde geçilýän "Analitiki himiýa" dersiniň okuw maksatnamasyna laýyklykda ýazyldy.

Analitiki himiýa dersi boýunça umumy okuwlar, laboratoriýa we amaly sapaklar geçilýär. Umumy okuwlar umumy we organiki däl, organiki, fiziki, kolloid himiýalaryň kanunlaryna esaslanýar. Nazaryýet bilimleri laboratoriýa we amaly sapaklaryň üsti bilen has içgin özleşdirilýär we çuňlaşdyrylýar.

Analitiki himiýa çözýän meselelerine we ulanýan usullarына görä şu görnüşlere bölünýär: hil analizi, analiziň himiki we fiziki-himiki mukdar usullary. Olaryň hersiniň öz aýratynlyklary bar. Şeýle bolansoň okuw kitabynda analitiki himiýanyň nazaryýet esaslary, tejribeçilik işleriniň usulyýetleri, meseleleriň we mysallaryň çözgütleri, himiki we fiziki-himiki maglumatnamalar ýeterlik göwrümde getirilýär.

I bap

ANALITIKI HIMIÝANYŇ NAZARY ESASLARY

1. ANALITIKI HIMIÝANYŇ ÖSÜŞINIŇ GYSGAÇA TARYHY. ESASY DÜŞÜNJELER

Mälim bolşy ýaly, materiýanyň ähli maddalary himiki elementlerden, olaryň dürli birleşmelerinden ybaratdyr. Köplenç halatda şol elementleriň haýsylardygyny we näçe mukdardan ybaratdygyny bilmek gerek bolýar. Biz öz durmuşymyzdan bilýäris, ýagny senagatyň, oba hojalygynyň önümlerini we beýleki tebigy maddalary, medisinada ulanylýan dermanlary ulanmazdan ozal olaryň düzümini öwrenýäris. Şonuň üçin hil analizi diýilýän söze gabat gelip durýarys. Şol bir zada gowy, erbet, ýaramly ýa-da zyýanly diýmezden ozal ony analiz etmeli bolýar. Maddalaryň şonuň ýaly analizini, köplenç, himiki, fiziki, fiziki-himiki ýollar arkaly amala aşyrylýar.

Bize belli bolşy ýaly, himiýa ylmynyň köp görnüşleri bolup, olara organiki däl himiýa, fiziki himiýa, kolloid himiýa, analitiki himiýa we başgalar degişlidir. Olaryň hersi himiýanyň bir pudagyny öwrenýär. Şol ylymlaryň, olaryň kanunlarynyň, düzgünleriniň esasynda analitiki himiýa-da özbaşdak bir ylymdyr.

Analitiki himiýa – bu maddalaryň analiziniň usullary hakyndaky ylymdyr. Analitiki himiýanyň predmeti we wezipesi himiki analiziň nazaryýetini we tejribeliligini öz içine alýar. Bu ylmyň ähmiýeti ähli tebigaty öwrenýän ylymlar, şol sanda himiýa ylmy we senagaty üçin biçak uludyr. Analiziň üsti bilen iň kiçi mukdardan başlap ($10^{-(10-12)}$%) onlarça (%)-e barabar mukdary anyklap bolýar.

Analiz etmek işleri gadym zamanlarda hem ulanylypdyr, ýagny derman taýýarlamakda, metallary işlemekde we başgalarda.

Eger-de göni terjimesini aýtsak, analiz diýmek, bu dargatmak diýmekdir. Ýagny maddanyň düzümini kesgitlemek üçin ony ýörite dürli ýollar arkaly dargadypdyrlar we olaryň soňra düzüm böleklerini kesgitläpdirler. Tersine, ýönekeý maddalardan bitewi tutuş maddany almaklyga bolsa **sintez** diýipdirler.

Meselem: analiz $2HgO \xrightarrow{t} 2Hg + \uparrow O_2$

sintez $C + O_2 \rightarrow CO_2$.

Öz gezeginde analitiki himiýa hil analizine we mukdar analizine bölünýär. Hil analizi maddalaryň haýsy himiki elementlerden, ionlardan, molekulalardan durýandygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Meselem, nahar duzy hil taýdan natriý we hlor atomlaryndan ybaratdyr. Ýa-da has çylşyrymly madda bolan hek daşy $CaCO_3$ kalsiý, uglerod, kislorod elementleriniň atomlaryndan ybaratdyr. Mukdar analizi bolsa, maddalary düzýän şol elementleriň näçe mukdardadygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Meselem, howanyň düzümininiň hil we mukdar analizleri boýunça häsiýetlendirilişi. Hil analizi boýunça howada azot (N_2), kislorod (O_2) we kömürturşy gazy (CO_2) bardyr. Mukdar analizi boýunça howada 78% azot, 21% kislorod we 1% kömürturşy gazy bar.

Analitiki himiýanyň ösüşiniň taryhy beýleki ylymlaryň, has-da himiýanyň we tehnikanyň ösüşi bilen berk baglydyr.

Hil analiziň esasy düşünjeleri XVII asyrda iňlis alymy *Robert Boýl* (1627-1691) tarapyndan berilýär. Fransuz alymy *Ş.L. Geý-Lýussak* (1778-1850) göwrüm analiziniň düýbüni tutýar. Soňra täze usullaryň döremeginde şwed himigi *I.Ýa. Berseliusyň* (1779-1848), nemes alymlary *P. B. Bunzenin* (1811-1899), *G. P. Kirhgofyň* (1824-1887) we beýlekileriň hyzmaty uludyr.

Analitiki himiýa analiz üçin diňe bir himiki usullary ulanman, eýsem, ençeme fiziki usullary hem peýdalanýar. Himiki usullar, esasan, himiki reaksiýalary amala aşyrmak arkaly maddalary bir görnüşden başga bir görnüşe geçirmek boýunça ýerine

ýetirilýär. Meselem: çökdürme, dargatma, oruntutma, ýakmaklyk we başga usullar boýunça amala aşyrylýar. Fiziki usullarda himiki reaksiýalar ulanman, maddalaryň we olaryň düzüm bölegi bolan elementleriň fiziki häsiýetleri ulanylýar, ýagny elektrik, magnit, ýylylyk, optiki, radioaktiwlilik we beýleki häsiýetleri ulanylýar.

Fiziki usullara mysallar:

– spektral analiz, lýuminessent analizi, rentgenostruktura analizi, radioaktiwizasiýa we başga usullar.

Häzirki wagtda analitiki usullaryň görnüşleri örän köpdür. Olaryň kömegi bilen köp sanly ekologiki meseleler çözülýär. Sebäbi senagatyň täsiri astynda, topragyň, suwuň we howanyň zaýalanmagy bolup durýar. Olary zaýalaýan zäherli maddalar bolsa dürli-dürlüdir. Olaryň mukdary-da her hilidir, ýagny gramyň millionlardan birinden onlarça %-lere barabardyr.

Şeýle az mukdardaky zäherleýji maddalar biziň iýmitimizi, suwumyzy we dem alýan howamyzy zaýalap bilýärler. Şeýle bolansoň ekologiýada analitiki himiýanyň ähmiýeti uludyr.

Mälim bolşy ýaly, himiki elementler özara birleşmeleri emele getirýärler. Himiki birleşmeler, esasan, şu görnüşde bolýarlar: kislotalar, esaslar, duzlar, oksidler we başgalar.

Meselem:

HNO_3, H_2SO_4, NaOH, $Ca(OH)_2$, NaCl, $CaCl_2$ we başgalar. Şu maddalar suwda eredilende elektrolitiki dissosiasiýa netijesinde položitel we otrisatel zarýadlanan ionlara dargaýarlar.

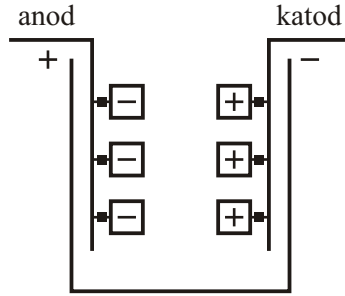
Meselem:

$$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$$
$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$
$$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$$

Şundaky emele gelen položitel ionlara **kationlar,** otrisatel ionlara bolsa **anionlar** diýilýär. Munuň sebäbi elektrohimiki prosesde položitel zarýadlanan ionlar katoda, otrisatel zarýadlanan ionlar bolsa anoda tarap hereket edýärler *(1-nji surat)*. Şonuň üçin analitiki himiýada erginlerdäki kesgitlenýän ionlar kationlar we anionlar diýip atlandyrylýar.

Meselem:

Na^{+} - kation Ca^{++} - kation
Cl^{-} - anion OH^{-} - anion



1-nji surat.
Elektroliz hadysasynda ionlaryň hereket ugry

Ionlaryň analitiki toparlara bölünişi
Laboratoriýa işi

Ionlar analitiki toparlara, ýagny klaslara bölünýär. Klassifikasiýa ionlaryň ereýjiligine esaslanandyr. N.A.Menşutkiniň klassifikasiýasy boýunça metallaryň ionlary (kationlary) 2 sany uly topara bölünýär:

a) kükürtwodorod ýa-da ammoniý sulfidi tarapyndan çökdürilýän ionlar;

b) şol reaktiwler bilen çökdürilmeýän ionlar.

Sulfidler bilen çökdürilmeýän ionlar öz gezeginde ammoniý karbonaty bilen çökdürilýänlere we çökdürilmeýänlere bölünýär.

Şeýlelikde, H_2S, ammoniý sulfidi $(NH_4)_2S$, $(NH_4)_2CO_3$ umumy ýa-da toparlaýyn reaktiwler hasaplanylýar.

Şu klassifikasiýa häzirki wagta çenli ulanylyp gelinýär. Bu klassifikasiýa boýunça, kationlar şu aşakdaky 5 analitiki toparlara bölünýär:

I. Analitiki topar natriý, kaliý, ammoniý, magniý we başga kationlar: (NH_4^{+}, K^{+}, Rb^{+}, Cs^{+}, Fr^{+}, Li^{+}, Na^{+}, Mg^{++});

II. Analitiki topar kalsiniň, stronsiniň, bariniň we radiniň, kationlary: (Ca^{++},Sr^{++},Ba^{++},Ra^{++});

III. Analitiki topar nikeliň, kobaltyň, marganesiň, sinkiň, demriň iki walentli kationlary we alýumininiň, demriň, hromuň üç walentli kationlary we başga kationlar: (Be^{++}, Al^{+++}, Ti^{IV}, Cr^{+++}, Zr^{IV}, Mn^{++}, Fe^{++}, Fe^{+++}, Co^{++}, Ni^{++}, Zn^{++});

IV. Analitiki topar kümşüň 1 walentli kationy, zakisli simabyň kationy, gurşunyň, misiň we kadminiň 2 walentli kationlar, okisli simabyň kationy, wismutyň 3 walentli kationy;

V. Analitiki topar galaýynyň 2 walentli kationy, myşýagyň, surmanyň 3 walentli kationlary we başgalar;

I. Analitiki toparyň kationlarynyň umumy toparlaýyn çökdürijisi ýokdur;

II. Analitiki toparyň kationlary karbonat anionlary bilen çökdürilýärler. Emma $(NH_4)_2S$ bilen çökmeýärler (degişli sredada, käbir reaktiwleriň gatnaşmagynda we ş.m.);

III. Analitiki toparynyň kationlary $(NH_4)_2S$ bilen çökdürilýärler. Ýokary turşy erginlerden H_2S arkaly çökdürilmeýärler. IV we V analitiki toparlaryň kationlary H_2S bilen çökdürilýärler, ýagny turşy erginlerde.

Laboratoriýa işleriniň tehnikasy

Analiz edilende hökmany suratda birnäçe tejribe operasiýalar ýerine ýetirilýär.

Olar:

- analiz edilýän ergine haýsy-da bolsa bir degişli reaktiw goşmak arkaly çökündi almak;
- emele gelen çökündini filtrleriň ýa-da sentrifuganyň kömegi bilen erginden aýyrmak;
- alnan çökündini suw bilen ýuwmak;
- çökündini eretmek we ondan ergin taýýarlamak.

Şu tejribeleri ýerine ýetirmek üçin erginleri, köplenç, gyzdyrmaly ýa-da bugartmaly bolýar. Ýa-da erginden gyzyklandyrýan elementi çykarmak üçin ekstragent goşulýar. Şol ýa-da başga birnäçe operasiýalary ýerine ýetirmek üçin birnäçe görnüşli gap - gaçlar ulanylýar. Olar probirkalar, stakanlar, kolbalar we başga enjamlar degişlidir.

Erginleri gyzdyrmak üçin gaz gorelkalary, elektrik gyzdyryjylar ulanylýar. Erginleri süzmek üçin ýörite süzgüçler ulanylýar. Erginleriň berlen göwrümini almak üçin takyk býuretkalar,

ölçeg kolbalary, pipetkalar ulanylýar. Tejribe işleriniň usullary, tejribe sapaklarynda içgin öwredilýär.

2. HIMIKI DEŇAGRAMLYLYK. HIMIKI REAKSIÝALARYŇ TIPLERI

Erginleriň sredasynyň ýagdaýyna baglylykda himiki birleşmeler we elementler dürli ionlar görnüşinde bolup bilýärler. Köp walentligi ýüze çykarýan elementler (N^{5+},S^{6+},Mn^{7+},W^{6+} we ş.m.) çylşyrymly ionlary emele getirýärler, ýagny, köplenç halatlarda, kislota galyndylary görnüşinde bolýarlar: NO_3^-,SO_4^{2-}, MnO_4^-,WO_4^{2-} ýagny N^{5+}, S^{6+}, Mn^{7+} görnüşde bolup bilmeýärler. Şonuň üçin munuň ýaly ionlar-anionlar tutuşlygyna kesgitlenýärler. Himiki reaksiýalar, şol sanda analitiki reaksiýalar, köplenç halatda, diňe bir ugurlaýyn bolman, eýsem, olar yzyna gaýdymly, ýagny öwrülişikli bolýar.

Meselem: $NH_4OH+HCl=NH_4Cl+HOH$

Şu reaksiýa diňe çepden saga bolup geçmän, eýsem, sagdan çepe hem bolup geçýär. Şonuň üçin bular ýaly reaksiýalara öwrülişikli reaksiýalar diýilýär we olar şeýle ýazylýar:

$$NH_4OH+HCl \rightleftarrows NH_4Cl+HOH.$$

Eger - de reaksiýa öwrülişiksiz bolsa, ýagny diňe bir tarapa geçýän bolsa, onda oňa **öwrülişiksiz reaksiýa** diýilýär. Bu reaksiýa, esasan, ereýjiligi juda pes bolan çökündiler, gaz halyndaky maddalar emele gelende bolup geçýär. Bu reaksiýalarda diňe bir strelka goýulýar:

$$BaCl_2+Na_2SO_4 \rightarrow \downarrow BaSO_4+2NaCl$$
$$2Na+2H_2O \rightarrow 2NaOH+H_2$$
$$Na_2S+2HCl \rightarrow 2NaCl+\uparrow H_2S$$

Sebäbi şuňa meňzeş reaksiýalarda emele gelýän çökündi ýa-da uçup gidýän gaz şekilli maddalar reaksiýa girmeýärler, reaksiýa

yzyna öwrülmeýär. Öwrülişikli reaksiýalar himiýada has köp duş gelýärler. Ol reaksiýalar umumy görnüşde şeýle ýazylyp bilner:

$$A+B \rightleftharpoons C+D.$$

Şunda çepden saga geçýän reaksiýa göni reaksiýa, yzynasagdan çepe geçýän reaksiýa bolsa **ters reaksiýa** diýilýär. Şu reaksiýalary himikler *S. A. Arrenius, Ýa. I. Mihaýlenko* dagylar düýpli öwrenýärler we olaryň kanunalaýyklyklaryny kesgitleýärler.

Tebigatyň beýleki prosesleri ýaly himiki reaksiýalaryň hem tizligi bolýar. Olaryň tizligine esasy täsir edýän faktorlar şulardyr: maddalaryň himiki ukyplylygy, olaryň konsentrasiýasy, temperatura, basyş, katalizatorlar we başgalar. Himikleriň anyklaýşyna görä, himiki reaksiýanyň tizligi reaksiýa girýän maddalaryň konsentrasiýalaryna göni proporsionaldyr, ýagny özara täsir edýän massalara. Muňa **massalaryň täsir etme kanuny** diýilýär. Diýmek reaksiýa gatnaşýan maddanyň konsentrasiýasy (mukdary) näçe köp bolsa, şonça reaksiýanyň tizligi ýokary bolýar. Şunuň ýaly temperaturanyň ýokary galdyrylmagy hem himiki reaksiýalary çaltlandyrýar. Şonuň üçin himiýada, şol sanda analitiki himiýada, köplenç, reaksiýa geçirilýän erginler gyzdyrylýar. Reaksiýa basyşyň täsiri diňe gaz şekilli maddalaryň reaksiýalary geçirilende ýüze çykýar. Reaksiýanyň tipine görä, basyşy köpeltmeli, ýa-da azaltmaly bolýar. Katalizatorlar hem reaksiýany güýçlendirýärler. Katalizatorlar – bular reaksiýa goşulýan goşmaça maddalardyr. Olar reaksiýa girmeýärler we harç bolmaýarlar, ýöne reaksiýany güýçlendirýärler. Öňki aýdyşymyz ýaly, öwrülişikli reaksiýa iki taraplaýyn bolup geçýär, ýagny

$$A+B \rightleftharpoons D+E\ .$$

Şu ýerde göni reaksiýanyň hem, ters reaksiýanyň hem öz tizlikleri bardyr. Goý, olary şeýle aňladalyň:

Göni reaksiýanyň tizligi:

$$V_1 = K_1[A][B].$$

Bu ýerde K_1 – tizligiň konstantasy, ol temperatura, basyşa we katalizatora bagly bolýar.

[A] [B] – A we B maddalaryň konsentrasiýalary.

Indi şunuň ýaly görnüşinde ters reaksiýanyň tizligini ýazalyň:

$$V_2 = K_2[D][E].$$

Bu ýerde hem K_2 – ters reaksiýasynyň tizliginiň konstantasy.

[D] we [E] – emele gelýän D we E maddalaryň konsentrasiýalary.

Şeýlelikde, şol bir wagtyň özünde biziň berlen sistemamyzda iki sany gapma-garşy prosesler bolup geçýärler. Göni we ters reaksiýalar. Şonda reaksiýanyň geçmegi bilen göni reaksiýanyň tizligi barha azalýar, ters reaksiýanyň tizligi bolsa barha köpelýär. Ahyry şeýle pursat döreýär, ýagny iki reaksiýanyň tizlikleri özara deňleşýärler, ýagny

$$V_1 = V_2$$

$$K_1[A][B] = K_2[D][E]$$

ýa-da başgaça:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{[D][E]}{[A][B]} = K.$$

Şeýlelikde, bellibir ýagdaýda, has takygy himiki deňagramlylyk ýagdaýynda, emele gelen önümleriň konsentrasiýalarynyň köpeltmek hasylynyň başlangyç maddalaryň konsentrasiýalarynyň köpeltmek hasylyna bolan gatnaşygy hemişelik ululykdyr we oňa **deňagramlylygyň konstantasy** ″**K**″ diýilýär. Ol konstanta näçe uly bolsa şonça - da reaksiýa çepden saga geçýär, sebäbi:

$$K = \frac{K_1}{K_2}.$$

Şeýle hem ol reaksiýanyň çepindäki we sagyndaky ionlaryň konsentrasiýalarynyň biri-birinden nähili tapawutlanýandygyny görkezýär. Meselem, haýsy-da bolsa bir reaksiýa üçin, ýagny

$$A + B \rightleftharpoons D + E$$

reaksiýa üçin $K = 10^{-6}$-a deň diýeliň.

Bu diýildigi $\frac{K_1}{K_2} = \frac{[D][E]}{[A][B]} = 1 \cdot 10^{-6}$ diýildigidir. Bu ýerde [D][E] köpeltmek hasyly [A][B] köpeltmek hasylyndan 10^{-6} ýa-da 1000 000 esse kiçidir. Diýmek, göni reaksiýa gaty haýal geçýär. Eger-de reaksiýa gatnaşýan maddalaryň ýanynda koeffisiýentler bar bolsa, ýagny

$$aA+bB \rightleftarrows dD+eE,$$

$$\text{onda } \frac{K_1}{K_2} = \frac{[D]^d [E]^e}{[A]^a [B]^b}$$

[D],[E],[A],[B] – deňagramlylyk konsentrasiýalary.

Massalaryň täsir kanuny diňe elektrolit dällere we gowşak elektrolitlere degişlidir. Ähli güýçli elektrolitler (aşgarlar, güýçli kislotalar, duzlar) üçin ol kanun doly berjaý edilmeýär. Sebäbi güýçli elektrolitler ionlara dissosiasiýalaşýarlar we şol ionlaryň özara täsiri astynda eredilen maddalaryň konsentrasiýasy garaşylyşy ýaly bolmaýar. Sebäbi özara täsir edişme güýçleri netijesinde ionlaryň tizligi üýtgeýär, ýagny ionlar biri-birine çekişýärler, ýa-da itekleşýärler.

Şonuň üçin massalaryň täsiri kanunyň güýçli elektrolitlerde hem ulanmak maksady bilen konsentrasiýanyň düşünjesiniň deregine aktiwlik diýen düşünje ulanylýar. Bu ululyk ionlaryň özara çekişme (dartyşma) häsiýetini, erän maddanyň eredijä täsir etmegini we ionlaryň hereketine täsir edýän beýleki hadysalary hasaba alýar. Eger ergin çäksiz gowşadylan bolsa, ýagny ýokardaky hadysalaryň täsiri mümkin boldugyça aýrylan bolsa, onda aktiwlik (a) bilen konsentrasiýa (c) deň diýip hasaplamak bolýar: a = c.

Hakykatda weli, real erginler üçin san taýdan aktiwlik aşakdaka deňdir:

$$a = fc,$$

f - aktiwlik koeffisiýenti.

Bu koeffisiýent ýaňky aýdylan ähli gyşarmalary hasaba alýar we onuň kömegi bilen bolsa aktiwligi tapyp bolýar. Indi şu

aktiwligiň üsti bilen real ergindäki reaksiýalar üçin massalaryň täsir kanunyny şeýle ýazyp bolýar:

$$A+B \rightleftarrows D+E\ .$$

Onda onuň deňagramlylyk konstantasy K aktiwligiň üsti bilen şeýle aňladylýar:

$$K = \frac{a_D \cdot a_E}{a_A \cdot a_B}$$

ýa-da $a=fc$ ulansak, onda alarys:

$$K = \frac{C_D \cdot f_D \cdot C_E \cdot f_E}{C_A \cdot f_A \cdot C_B \cdot f_B}.$$

Şonuň üçin, köplenç, himiki termodinamikada konsentrasiýasynyň deregine aktiwlik ulanylýar. Munuň üçin maddanyň aktiwlik koeffisiýentini bilmeli. Emma ony bilmek bolsa köp sebäplere görä aňsat iş däl. Emma şeýle-de bolsa erginleriň käbir konsentrasiýalary üçin ol bellidir, şonuň üçin ilki erginiň ion güýjüni tapýarlar. Ol şeýle hasaplanýar:

$$\mu = \frac{1}{2}([Kt]\cdot Z_{Kt}^{2} + [An]\cdot Z_{An}^{2} + ...).$$

Bu ýerde $[Kt]^2$, [An] - kationlaryň we anionlaryň konsentrasiýalary, (g-ion/ℓ), Z^2_{Kt},Z^2_{An}- kationlaryň we anionlaryň zarýadlary ýa-da başgaça: $\mu = \frac{1}{2}\sum C_i \cdot Z_i^2$.

Erginiň ion güýji ionlaryň konsentrasiýalarynyň olaryň zarýadlarynyň kwadratyna köpeltmek hasylynyň ýarym jemine deňdir.

Meselem: 1*l* 0,01 mol $BaCl_2$ we 0,1 mol $NaNO_3$ erginiň ion güýjüni tapmaly diýeliň.

Ç ö z ü l i ş i:

$$\mu = \frac{1}{2}([Ba^{2+}]\cdot 2^2 + [Cl^-]\cdot 1^2 + [Na^+]\cdot 1^2 + [NO_3^-])\cdot 1^2.$$

Ionlaryň konsentrasiýalary:

$$[Ba^{2+}] = 0{,}01 \text{ g-ion}/\ell$$
$$[Cl^{-}] = 2\cdot 0{,}01 \text{ g-ion}/\ell$$
$$[Na^{+}] = 0{,}1 \text{ g-ion}/\ell$$
$$[NO_3^{-}] = 0{,}1 \text{ g-ion}/\ell.$$

Onda:

$$\mu = \frac{1}{2}(0{,}01\cdot 2^2 + 2\cdot 0{,}01\cdot 1^2 + 0{,}1\cdot 1^2 + 0{,}1\cdot 1^2) =$$
$$= \frac{1}{2}(0{,}04 + 0{,}02 + 0{,}1 + 0{,}1) = \frac{1}{2}\cdot 0{,}26 = 0{,}13.$$

Ion güýjüniň artmagy bilen erginiň aktiwlik koeffisiýenti peselýär.

Aşakdaky tablisada dürli ion güýçleri üçin aktiwlik koeffisiýentiniň bahalary berlen:

Ionyň zarýady	**Ion güýji, μ**						
	0	**0,002**	**0,01**	**0,02**	**0,05**	**0,1**	**0,2**
1	1	0,95	0,90	0,87	0,81	0,76	0,2
2	1	0,82	0,66	0,57	0,44	0,33	0,24
3	1	0,64	0,39	0,28	0,15	0,08	0,04
4	1	0,45	0,19	0,10	0,04	0,01	0,003
H^+ üçin	1	0,97	0,92	0,90	0,88	0,84	0,83
OH^- üçin	1	0,97	0,92	0,89	0,85	0,81	0,80

Mysal: 0,01 mol $CaCl_2$ we 0,1 mol Na_2SO_4 konsentrasiýaly erginiň ion güýjüni tapmaly:

$$\mu = \frac{1}{2}([Ca^{2+}]\cdot 2^2 + [Cl^{-}]\cdot 1^2 + [SO_4^{2+}]\cdot 2^2 + [Na^{+}]\cdot 1^2)$$

$$[Ca^{2+}] = 0{,}01 \text{ g-ion}/\ell$$
$$[Cl^{-}] = 2\cdot 0{,}01 \text{ g-ion}/\ell$$

2*

$$[Na^+] = 2\cdot 0{,}1 \text{ g-ion}/\ell$$
$$[SO_4^{2-}]=0{,}1\text{g-ion}/\ell.$$

Onda ýerine goýýarys:

$$\mu = \frac{1}{2}(0{,}01\cdot 2^2+2\cdot 0{,}01\cdot 1^2+2\cdot 0{,}1\cdot 1^2+0{,}1\cdot 2^2)=0{,}33.$$

Mysal: 0,01 mol $NaNO_3$ + 0,05 mol KCl erginiň μ-ni tapmaly:

$$[Na^+] = 0{,}01 \text{ g-ion}/\ell$$
$$[NO_3^-] = 0{,}01 \text{ g-ion}/\ell$$
$$[K^+] = 0{,}05 \text{ g-ion}/\ell$$
$$[Cl^-] = 0{,}05 \text{ g-ion}/\ell .$$

Onda:

$$\mu = \frac{1}{2}(0{,}01\cdot 1^2+0{,}01\cdot 1^2+0{,}05\cdot 1^2+0{,}05\cdot 1^2)=$$

$$= \frac{1}{2}(0{,}01+0{,}01+0{,}05+0{,}05)= \frac{1}{2}\cdot 0{,}12=0{,}06.$$

Şu tapylan μ üçin ýokardaky tablisadan *f*-i tapalyň. Tablisada μ =0,06 üçin f-iň bahasy ýok. Şeýle bolansoň μ = 0,05 üçin *f*-iň bahasyny tapýarys. Onda *f*=0,81 (bir zarýadly ionlar üçin). Diýmek, berlen erginiň aktiwlik koeffisiýenti 0,81-e deň eken.

3. SUW ERGINLERINDÄKI DEŇAGRAMLYLYK. GOMOGEN SISTEMALARYŇ WODOROD GÖRKEZIJISI (pH)

Himiki reaksiýalaryň bolup geçýän ýa-da analiz edilýän sistemalary gomogen ýa-da geterogen bolup bilerler.

Gomogen – haçanda sistemadaky maddalaryň arasynda fazasy boýunça tapawut bolmasa, ýagny meselem: duzlaryň, kislotalaryň, esaslaryň we beýlekileriň suw erginleri. Bu ýerde hemme maddalar suwuk halda ýerleşýärler we olaryň özara üst araçägi ýok.

Geterogen – sistema birnäçe fazadan durýar, meselem: gaz we suwuk maddalardan, gaz we gaty maddalardan, gaty we suwuk maddalardan.

Suwuklykdan we çökündiden ybarat bolan sistema, suwuklykda gazlaryň eremegi we başgalar geterogen sistemalardyr.

Himiýada erediji hökmünde iň köp ulanylýan madda suwdur. Ol analitiki himiýa üçin hem şeýledir. Suw (H_2O) juda gowşak elektrolit hökmünde aşakdaky ýaly dissosiasiýalanýar.

$$H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^- .$$

Görnüşi ýaly, suwda H^+ we OH^- toparlary bar. Şonuň üçin ol hem kislota hem-de esas häsiýetlerini ýüze çykarýar. Massalaryň täsir kanuny esasynda şeýle ýazylýar:

$$\frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = K_{H_2O} = 1{,}8 \cdot 10^{-16}.$$

Bu ýerde K_{H_2O}- suwuň elektrolitik dissosiasiýasynyň konstantasy. Dissosiasiýa geçmedik suwuň molekulalarynyň deňagramlylyk konsentrasiýalary aşakdaka deňdir:

$$[H_2O] = C_{H_2O} - [H^+] = C_{H_2O} - [OH^-].$$

Ýöne $[H^+]$ we $[OH^-]$ örän kiçidirler we olary hasaba almasak bolýar:

$$[H_2O] = C_{H_2O}.$$

Öz gezeginde 1 ℓ suwuň molunyň sany:

$$C_{H_2O} = \frac{1000}{18{,}015} = 55{,}5 \text{ mol } 18{,}015 \text{ M} H_2O.$$

Diýmek, $C_{H_2O}=[H_2O]=55{,}5$.

Onda ýokarky formuladan

$$[H^+][OH^-]=K_{H_2O}[H_2O]=1{,}8\cdot10^{-16}\cdot55{,}5=1\cdot10^{-14} \text{ mol}$$

$[H^+][OH^-]$ aňlatma **suwuň ion köpeltmek hasyly** diýilýär.

Ol K_w ululyga deňdir: $[H^+][OH^-]=K_W=1\cdot10^{-14}$.

Bu ýerde haçan-da $[H^+]=[OH^-]$ bolanda

$$[H^+][H^+]=1\cdot10^{-14}; \quad [H^+]^2=1\cdot10^{-14};$$

$$[H^+]=\sqrt{1\cdot10^{-14}}=10^{-7} \text{ g-ion}/\ell.$$

Diýmek, $[H^+] = 10^{-7}$ we $[OH^-] = 10^{-7}$ g-ion/ℓ bolanda erginde neýtral sreda bolýar. Olaryň biriniň artmagy beýlekisiniň peselmegine getirýär, sebäbi olaryň köpeltmek hasyly hemişe 10^{-14} bolup galmaly.

Meselem: $[H^+] = 10^{-5}$ g-ion/ℓ. Tapmaly: $[OH^-]$. Onda şu aşakdakyny alýarys:

$$[H^+][OH^-]=10^{-14};$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \text{ g-ion/}\ell\ .$$

Haçanda $[H^+] > [OH^-]$; $H^+ > 10^{-7}$ g-ion/l bolanda sreda turşy bolýar. Haçanda $[H^+]<[OH^-]$; $H^+<10^{-7}$ g-ion/l bolanda sreda aşgar bolýar. Diýmek, turşy sredada $[H^+]$ köp bolýar, aşgar sredada $[OH^-]$ köp bolýar. Şeýlelik bilen, $[H^+]$, $[OH^-]$ ionlarynyň konsentrasiýasynyň üsti bilen erginleriň kislotadygyny we aşgardygyny aňladyp bolýar. Ýöne ony has-da oňaýly etmek üçin wodorod görkezijisi pH diýilýän düşünje tejribede giňden ulanylýar. Ol bolsa şu aşakdaka deňdir:

$$pH= -\lg[H^+] = \lg \frac{1}{[H^+]}; \quad [H^+] = 10^{-pH}.$$

Ýagny wodorod görkezijisi bolan pH wodorod ionynyň konsentrasiýasynyň ters logarifmine deňdir. Meselem: $[H^+] = 10^{-3}$ bolsa, onda

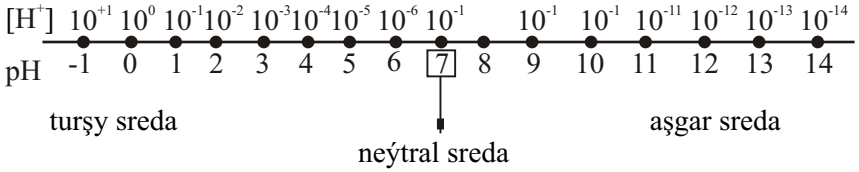
$$pH = -\lg [H^+] = -\lg 10^{-3} = -(-3) = 3 \text{ we ş.m.}$$

Şonuň üsti bilen gidroksid görkeziji bolan pOH ululygyny hem tapyp bilýäris. Sebäbi $pOH=-\lg[OH^-]$ ýa-da $pH + pOH=14$; $pH=14-pOH$.

Ýöne tejribede pOH kän ulanylmaýar, köplenç, diňe pH peýdalanylýar. Onuň üsti bilen erginleriň sredasyny şeýle häsiýetlendirip bolýar:

Neýtral sredada pH=7;	$[H^+] = 10^{-7}$ g-ion/ℓ
Turşy sredada pH<7;	$[H^+]>10^{-7}$ g-ion/ℓ
Aşgar sredada pH>7;	$[H^+]<10^{-7}$ g-ion/ℓ.

Diýmek, erginiň sredasynyň üýtgeýşini şu aşakdaky shema boýunça aňladyp bolýar:



Mysallar:

1. Eger $[H^+] = 0{,}05 = 5\cdot10^{-2}$ g-ion/ℓ bolsa, pH ululygyny tapmaly:

$pH = -\lg[H^+] = -\lg 5\cdot10^{-2} = -\lg 5-(-2\lg10) = -0{,}7 +2= 1{,}3$

$pH = 1{,}3$

$pOH = 14-1{,}3 = 12{,}7$

$[H^+] = 5{,}2 \cdot 10^{-5}$

$pH= - \lg 5{,}2\cdot10^{-5} = -\lg5{,}2-(-5 \lg10)= - 0{,}72+5 = 4{,}28.$

2. pH = 2,3 bolanda $[H^+]$ ululygyny tapmaly: $pH = -\lg[H^+]$

$[H^+] = 10^{-pH}$ ulanýarys:

$[H^+] = 10^{-2,3} = 10^{-3}\cdot10^{0,7} = 10^{-3}x$

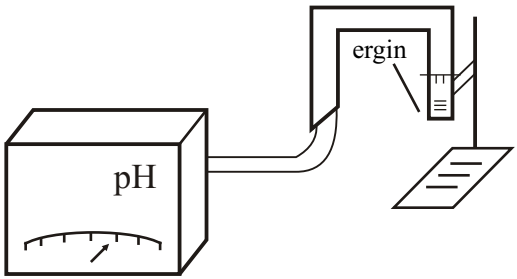
$x =10^{0,7}$

$\lg x =0{,}7$

$x =5.$

Diýmek, $[H^+] = 5\cdot10^{-3}$ g-ion/ℓ.

Erginleriň pH-y pH-metr diýilýän abzallar bilen ölçenilýär *(2-nji surat)*. Suwly erginlerde haçan-da [H] we [OH] uly bahalara eýe bolanlarynda suwuň ionyny şeýle aňlatmaly:



2-nji surat.
Erginiň pH-ny ölçeýji abzal pH-metr

$a_{H+}, a_{OH-}, H^+, OH^-$ – ionlaryň aktiwligi

$a_{H+} = f_{H+}[H^+]$;

K_W – konstanta hakyky konsentrasiýasyny hasaba alýar, erginiň ion güýjüne bagly däl.

$$a_{H^+} = f_{H^+}[H^+]; a_{OH^-} = f_{OH^-}[OH^-]$$

$$K_W = a_{H^+} \cdot a_{OH^-} = f_{H^+}[H^+] \cdot f_{OH^-}[OH^-]$$

$$[H^+][OH^-] = \frac{K_W}{f_{H^+} \cdot f_{OH^-}} = \frac{K_W}{f_1^2}.$$

Onda $K_W = [H^+][OH^-] = \dfrac{K_W}{f_1^2}$

$f_{H^+} f_{OH^-}$, - aktiwlik koeffisiýenti. Himiki arassa suwda

$K_W = K'_W = 10^{-14}$ sebäbi $a_{H^+} = [H^+]$

$a_{OH^-} = [OH^-]$ we $f_1 = 1$.

Mälim bolşy ýaly, gowşak elektrolitler suwda eredilende ionlara dargaýarlar we oňa **elektrolitik dissosiasiýa** diýilýär. Şol üýtgeşmä hem reaksiýa hökmünde garap oňa deňagramlylygyň konstantasyny ulanyp bolýar we ol ululyga **elektrolitik dissosiasiýasynyň konstantasy** diýilýär.

Meselem:

a) bir esasly kislota üçin

$CH_3COOH \longrightarrow H^+ + CH_3COO^-$

$$K_{CH_3COOH} = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 1{,}82 \cdot 10^{-5};$$

b) 2 esasly kislota üçin

$H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO^-_3$ 1-nji basgançagy

$$K_1 = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = 4{,}13 \cdot 10^{-7}$$

$HCO^-_3 \longrightarrow H^+ + CO^{-2}_3$ 2-nji basgançagy

$$K_2 = \frac{[H^+][CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]} = 4{,}70 \cdot 10^{-11}$$

Görnüşi ýaly, $K_1 > K_2$, diýmek, 1-nji basgançagyň dissosiasiýasy güýçli geçýär. Umumy eredilen maddanyň haýsy böleginiň ionlara dargamagyny aňladýan sana **elektrolitik dissosiasiýasynyň derejesi (α)** diýilýär:

Ol: $\alpha = \frac{C_{dis}}{C_{umumy}}$.

Meselem: eger-de eredilen 0,1 mol maddanyň diňe 0,05 moly dissosiasiýa geçen bolsa onda α ululygy aşakdaka deňdir:

$$\alpha = \frac{0,05}{0,1} = \frac{5}{10} = 0,5 .$$

ýa-da 100-e köpeltsek, 0,5·100=50%-e deňdir. Diýmek, eredilen maddanyň diňe 50%-i ionlara dargapdyr. Güýçli elektrolitlerde, köplenç, $C_{dis} = C_{umumy}$ we $\alpha = 1$.

Käbir şertler döretmek arkaly gowşak elektrolitleriň dissosiasiýasyna täsir edip bolýar. Tejribeleriň görkezişi ýaly, gowşak elektrolitleriň dissosiasiýasyny ergini gowşatmak arkaly gazanyp bolýar. Şonuň üçin bu ýagdaýda:

$$\alpha = \sqrt{K_{HAn} \cdot \frac{V}{m}} .$$

Bu ýerde V - ergini göwrümi, m - elektrolitiň molunyň sany, K_{HAn} - berlen gowşak elektrolit dissosiasiýa konstantasy.

Elektrolitik dissosiasiýanyň derejesine (a) diňe ergini gowşatmak däl-de, eýsem ergine başga bir elektrolit goşmak hem uly täsir edýär. Şeýlelikde şunuň ýaly kanun ýüze çykýar: Gowşak elektrolitiň erginine güýçli elektrolitiň-güýçli kislotanyň ýa-da esasyň goşulmagy şol gowşak elektrolitiň dissosasiýasyny peseldýär. Sebäbi $K_{HAn} = \frac{[H^+][An^-]}{[HAn^-]}$ aňlatma görä kislotanyň goşulmagy $[H^+]$ artmagyna getirýär. Bu bolsa öz gezeginde şol bir elektrolit üçin K_{HAn} hemişelik bolmaly bolansoň $[An^-]$ azalmagyna alyp barýar. Diýmek, gowşak kislotanyň HAn dissosiasiýasy

peselýär. Edil şunuň ýaly-da gowşak esasyň dissosiasiýasy peselýär, ýagny

$$K_{KtOH} = \frac{[Kt^+][OH^-]}{[KtOH]}.$$

4. BUFER ERGINLERINDÄKI DEŇAGRAMLYLYK

Haçan-da biz haýsy-da bolsa $[H^+]$-yň bir konsentrasiýaly erginini alsak, aýdaly 0,001 n HCl(-$[H^+]=10^{-3}$ g-ion/ℓ) we ony aýdaly 10 esse gowşatsak, onda wodorod ionynyň konsentarsiýasy hem 10 esse gowşar, ýagny $[H^+] = 10^{-4}$ g-ion/ℓ bolar. Tersine, eger başdaky ergine has konsentrasiýasy ýokary HCl goşsak onda $[H^+]$ köpeler.

Meselem: 0,001n ergine deň göwrümde 0,2 n HCl goşsak, onda $[H^+]$ deň bolýar.

$$[H^+] = \frac{2 \cdot 10^{-1} + 10^{-3}}{2} \approx \frac{2 \cdot 10^{-1}}{2} \approx 10^{-1} \text{ g-ion/}\ell$$

ýa-da

bu ýerde $pH = -\lg \cdot 10^{-1} = 1$.

Diýmek, güýçli kislotalaryň ýa-da esaslaryň gowşadylan erginlerine suw, kislota ýa-da esas goşulsa, onda $[H^+]$ we $[OH^-]$ ýiti üýtgeýärler. Eger-de gowşak kislotanyň we onuň duzlarynyň ýa-da gowşak esaslaryň we olaryň duzlarynyň suw erginlerini alsak we ergini gowşatsak onda $[H^+]$ we $[OH^-]$ üýtgemeýär.

Meselem: $[CH_3COOH+CH_3COONa]$; $[NH_4OH+NH_4Cl]$ sebäbi $\left[\frac{H^+}{OH^-}\right]$ gatnaşyk üýtgemän galýar. Käbir erginler gow-şadylanda wodorod ionlarynyň konsentrasiýasyny üýtgewsiz saklap bilmek ukybyna **bufer häsiýet** diýilýär. Şeýle erginlere bolsa, ýagny özünde bir wagtda gowşak kislotany hem onuň du-zuny ýa-da gowşak esasy hem onuň duzuny saklaýan erginlere **bufer erginler** diýilýär. Şeýle erginleriň mysallary: CH_3COOH + $+CH_3COONa$, $NH_4OH + NH_4Cl$, $Na_2CO_3 + NaHCO_3$ we başgalar.

Bu erginleriň kömegi bilen erginiň [H^+] ýa-da pH-yň bahasyny şol bir derejede üýtgetmän saklap bolýar. Ol bolsa aşakdaky sebäplere görä bolup geçýär. Aýdaly CH_3COONa bufer ergine güýçli esas NaOH goşduk diýeli.

Onda gowşak elektrolit bolan suw emele gelýär:

$$[CH_3COOH+CH_3COONa]+NaOH\rightarrow$$
$$\rightarrow[CH_3COOH+CH_3COONa]+CH_3COONa+HOH.$$

Harç bolan [H^+]-yň deregine ýagny, güýçli esas suwa öwrülýär we pH üýtgemän galýar. Şonuň ýaly-da eger şol bufer erginiň üstüne güýçli kislota goşsak onda aşakdaky reaksiýa bolup geçýär:

$$[CH_3COOH+CH_3COONa]+HCl\rightarrow$$
$$\rightarrow[CH_3COOH+CH_3COONa]+CH_3COOH+NaCl.$$

CH_3COOH-gowşak dissosiasiýalaşan kislota emele gelýär, ýagny güýçli kislota HCl gowşak kislota CH_3COOH öwrülýär we [H^+] üýtgemeýär. Emma bufer erginleriniň pH-y, hemişelik ululykda saklap bilmek ukyby çäksiz däldir. Bufer erginine güýçli kislota ýa-da güýçli esas aşa köp goşulsa, onda pH üýtgeýär. Onsoň hem bu ýagdaý dürli bufer erginleri üçin dürli-dürlüdir. Bufer erginiň buferlik ukyby, onuň buferlik sygymy bilen häsiýetlendirilýär. Bufer sygymy bufer erginiň pH-ny 1 birlige üýtgetmek üçin goşulmaly kislotanyň ýa-da esasyň mukdaryny görkezýär (mol/ℓ, g-ekw/ℓ). Şol bir bufer ergini üçin bufer sygymy erginiň komponentleriniň konsentrasiýasy näçe ýokary bolsa ol hem şonça ýokarydyr.

Mysal: Eger-de CH_3COONa erginine HCl kislotasyny goşsak, nähili sreda bolar?

1. CH_3COONa we HCl ekwiwalent mukdara goşulan ýagdaýynda:

$$CH_3COONa+HCl \rightarrow CH_3COOH+NaCl;$$

2. HCl ekwiwalent mukdardan köp alnan bolsa:

$$CH_3COONa+(1+n)HCl \rightarrow CH_3COOH+NaCl+nHCl;$$

3. HCl ekwiwalent mukdardan az alnan bolsa: (1+n)

$(1+n)\ CH_3COONa+HCl \rightarrow CH_3COOH+NaCl+nCH_3COONa.$

Birinji ýagdaýda erginiň pH-y emele gelen CH_3COOH konsentrasiýasynyň we dissosiasiýasynyň täsiri bilen döreýär, ýagny sreda gowşak turşy bolýar.Ikinji ýagdaý pH artykmaç HCl bilen kesgitlenýär we sreda turşy bolýar. Üçünji ýagdaýda sredanyň pH şu gatnaşyga bagly bolýar: $\frac{C_{CH_3COOH}}{C_{CH_3COONa}}$

Eger-de $\frac{C_{CH_3COOH}}{C_{CH_3COONa}} > 1$ turşy;

$\frac{C_{CH_3COOH}}{C_{CH_3COONa}}$ **= 1 neýtral;** $\frac{C_{CH_3COOH}}{C_{CH_3COONa}}$ **< 1 aşgar**

Bufer täsiriniň manysy

Bufer garyndysy (ergini)	Goşulýan madda	Bufer ergininde bolup geçýän üýtgeşmeler
CH_3COOH+ $+CH_3COONa$ (pH 4,7)	H_2O	$\frac{C_{CH_3COOH}}{C_{CH_3COONa}}$ üýtgemeýär, şonuň üçin pH üýtgemeýär
	HCl	$H^++Cl^-+CH_3COO \rightarrow CH_3COOH+Cl^-$ ýagny güýçli kislota HCl gowşak CH_3COOH kislota öwrülýär . Şonuň üçin pH üýtgemeýär.
	KOH	$CH_3COOH+K^++OH^- \rightarrow CH_3COO^-+K^++H_2O$ aşgar kislota bilen neýtrallaşýar we pH üýtgemeýär.
NH_4OH+ $+NH_4Cl$ (pH 9,2)	H_2O	$\frac{C_{NH_4OH}}{C_{NH_4Cl}}$ üýtgemeýär, diýmek pH üýtgemeýär
	HCl	$H^++Cl^-+NH_4OH \rightarrow NH_4Cl^-+H_2O$ kislota ammiak bilen neýtrallaşýar, pH üýtgemeýär.
	KOH	$KOH+NH_4Cl \rightarrow NH_4OH+KCl$ güýçli aşgar KOH gowşak NH_4OH aşgara öwrülýär we pH üýtgemeýär

Analitiki himiýada, haçan-da reaksiýa pH-yň bellibir bahasynda geçmeli bolanda bufer erginlerini köp ulanmaly bolýar. Meselem: okislenme-gaýtarylma reaksiýalarynda, sulfidler, gidroksidler, karbonatlar, hromatlar, fosfatlar we başgalar çökdürilende. Olaryň käbirleriniň mysallary aşakda getirilen:

Asetat bufer ergini ($CH_3COOH+CH_3COONa$; pH=5) turşy we aşgar erginlerinde çökmeýän çökündileri almak üçin ulanylýar. Bu ýerde goşulýan güýçli kislotanyň güýjüni CH_3COONa aşakdaky reaksiýa boýunça peseldýär:

$$HCl+CH_3COONa \rightarrow CH_3COOH+NaCl$$

ýa-da ion formada $H^+ + CH_3COO^- \rightarrow \underset{\text{gowşak}}{CH_3COOH}$.

Güýçli esasyň güýjüni bolsa CH_3COOH aşakdaky reaksiýa boýunça peseldýär:

$$NaOH+CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa+H_2O$$

ýa-da ion formada

$$OH^- + \underset{\text{gowşak}}{CH_3COOH} \rightarrow CH_3COO^- + H_2O.$$

Ammiak-ammoniý bufer ergini (NH_4OH+NH_4Cl; pH~9).

Bu bariniň, stronsiniň kalsiniň ionlaryny çökdürmek, analiz etmek üçin ulanylýar.

Formiat bufer ergini ($HCOOH+HCOONa$), pH ~12.

Fosfat bufer ergini ($Na_2HPO_4+NaH_2PO_4$), pH ~ 8.

Bufer garyndysynyň ($CH_3COOH+CH_3COONa$) gowşak kislotadan we onuň duzundan durýan wodorod ionlarynyň konsentrasiýasynyň hasaplamalary:

Gowşak kislota üçin: $$K_{HAn} = \frac{[H^+][An^-]}{[H_{An}]} \quad (1)$$

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

Eger-de bu kislota güýçli elektrolit KtAn goşulsa (CH_3COONa), onda $[An^-]$ köpelýär. Güýçli elektrolit doly diýen ýaly dissosirleşýär: onda kabul etse bolar:

$$[An^-_{duzy}] = C_{KtAn}.$$

Şeýlelikde, anionyň umumy konsentrasiýasy deňdir:

$$[An^-] = C_{KtAn} + [H^+].$$

Gowşak kislotanyň dissosiasiýa geçmedik molekulalarynyň deňagramlylyk konsentrasiýasy deňdir:

$$[HAn] = C_{HAn} - [H^+].$$

(1) deňlemä $[An^-]$ hem-de $[HAn^-]$-i goýup we ony $[H^+]$-*a* görä işläp, alarys:

$$K_{HAn} = \frac{[H^+]\{C_{KtAn} + [H^+]\}}{C_{HAn} - [H^+]};$$

$$[H^+] = K_{HAn} \cdot \frac{C_{HAn} - [H^+]}{C_{KtAn} + [H^+]}.$$

Eger-de $[H^+]$-i gaty kiçidigini hasap etsek we ony drobuň üstünden we aşagyndan aýyrsak alýarys:

$$[H+] = K_{HAn} \cdot \frac{C_{HAn}}{C_{KtAn}} \text{ ýa-da } [H^+] = K_{HAn} \cdot \frac{C_{kislota}}{C_{duzy}}$$

$$[H^+] = K_{CH_3COOH} \cdot \frac{C_{CH_3COOH}}{C_{CH_3COONa}}.$$

Şeýle usul bilen gowşak esasdan we onuň duzundan durýan bufer garyndysynyň wodorod ionynyň konsentrasiýasy $[OH^-]$-iň üsti bilen şeýle tapylýar:

Ýokarka meňzeşlikde $[OH^-] = K_{KtOH} \cdot \frac{C_{esas}}{C_{duzy}}$ (a)

$[H^+]\,[OH^-] = K_{H_2O}$ peýdalanýarys $H^+ = \frac{K_{H_2O}}{[OH^-]}$.

Muňa (a) formuladan $[OH^-]$ bahasyny goýýarys:

$$[H^+] = \frac{K_{H_2O}}{K_{esas}\frac{C_{esas}}{C_{duzy}}} = \frac{K_{H_2O} \cdot C_{duzy}}{K_{esas} \cdot C_{esas}};$$

Onda

$$[H^+] = \frac{K_{H_2O} \cdot C_{duzy}}{K_{esas} \cdot C_{esas}}; \quad [H^+] = \frac{K_{H_2O} \cdot C_{NH_4Cl}}{K_{NH_4OH} \cdot C_{NH_4OH}}.$$

Mysal: 1) [0,1M CH_3COOH+0,01MCH_3COONa] bufer erginindëki $[H^+]$-y tapmaly:

$$[H^+] = K_{CH_3COOH}\frac{K_{CH_3COOH}}{K_{CH_3COONa}} = 1{,}82\cdot 10^{-5}\frac{0{,}1}{0{,}01} =$$

$$= 1{,}82\cdot 10^{-5}\cdot 10^{1} = 1{,}82\cdot 10^{-4}\ \text{g-ion}/\ell.$$

2) [0,01M NH_4OH+0,1MNH_4Cl] bufer ergininiň pH-ny tapmaly:

$$[H^+] = \frac{K_{H_2O}\cdot C_{NH_4Cl}}{K_{NH_4OH}\cdot C_{NH_4OH}} = \frac{1\cdot 10^{-14}\cdot 0{,}1}{1{,}81\cdot 10^{-5}\cdot 0{,}01} \approx \frac{1\cdot 10^{-9}}{1{,}81}\cdot 10 =$$

$$= 0{,}55\cdot 10^{-8} = 5{,}5\cdot 10^{-9}\ \text{g-ion}/\ell.$$

5. DUZLARYŇ GIDROLIZI

Köp halatlarda himiýada käbir duzlar şeýle hem käbir başga maddalar suwda eredilende ergininň pH-y üýtgeýär, ýagny aşgar ýa-da turşy sreda döreýär. Munuň esasy sebäbi şol duzlaryň suw bilen reaksiýa girip goşmaça kislota ýa-da esas döredýänligidir. Şunlukda, käbir duzlaryň suw bilen özara täsirleşende ergininň pH-ny üýtgemek häsiýetine **gidroliz** diýilýär. Gidroliziň terjimesi - suw bilen dargatmak diýmekdir. Ýöne gidrolize ähli duzlar däl-de, eýsem, şu aşakdakylar sezewar bolýarlar:

1. Güýçli kislotadan we gowşak esasdan emele gelen duzlar (NH_4Cl, NH_4NO_3 we ş.m.).

$H^+ + Cl^-$

$NH_4Cl + HOH$ $\quad$ $NH_4OH + HCl$

gowşak esas

$NH_4^+ + Cl^- + HOH$

$NH_4^+ +$ [illegible]

Ýagny güýçli ki[illegible]

eýe bolýar.

2. Gowşak kislotadan we güýçli esasdan emele gelen duzlar (CH_3COONa, Na_2CO_3 we ş.m.).

$Na^+ + OH^-$

$CH_3COONa + HOH$ $\quad$ $CH_3COOH + NaOH$

gowşak kislota $\quad$ güýçli esas

Bu reaksiýa üçin ol aşakdaky ýaly tapylýar:

$$K_{gidr} = \frac{[NH_4OH][HCl]}{[NH_4Cl][H_2O]}; \quad K[H_2O]=K$$

$$K_{gidr} = \frac{[NH_4OH][HCl]}{[NH_4Cl]}$$

Gidroliz hadysasy himiýada, şeýle hem analitiki himiýada giňden ulanylýar.

Meselem: ol gidrolizlenende çökündi berýän käbir elementleri tapmak üçin ulanylýar.

$$BeCl_2+HOH \rightleftharpoons \downarrow Be(OH)Cl+HCl.$$

$$2Be(OH)Cl \rightleftharpoons \downarrow Be_2OCl_2+H_2O.$$

Käbir ýagdaýda gidroliz peýdaly, käbir ýagdaýlarda bolsa zyýanly. Şonuň üçin gidrolizi käte güýçlendirmeli, käte bolsa ýatyrmaly bolýar. Bu bolsa, esasan, Le-Şatelýeniň prinsipine görä amala aşyrylýar.

Meselem: CH_3COONa duzunyň gidrolizini

$$CH_3COONa + HOH \rightleftharpoons CH_3COOH+NaOH$$

güýçlendirmek üçin ergine kislota goşmaly. Şonda ol kislota gidroliz sebäpli bölünip çykýan NaOH-y neýtrallaşdyrýar we reaksiýanyň deňagramlylygyny saga süýşürýär. Diýmek, gidroliz güýçlenýär. Eger-de şol ergine aşgar goşsak, onda onuň OH^--yň konsentrasiýasy köpelýär we deňagramlylyk çepe süýşýär, ýagny gidroliz haýallaşýar ýa-da düýbünden togtaýar. Adatça, gidrolizi güýçlendirmek ýa-da gowşatmak üçin şu aşakdaky ýollar ulanylýar:

1) Ergine başga elektrolitleriň, ýagny duzlaryň, kislotalaryň, aşgarlaryň erginini goşmak arkaly;

2) Ergindäki duzuň konsentrasiýasyny üýtgetmek arkaly;

3) Duzuň ergininiň temperaturasyny ýokarlandyrmak ýa-da peseltmek arkaly.

Erginiň konsentrasiýasyny gowşatmak ýa-da temperaturasyny ýokarlandyrmak, köplenç, gidrolizi güýçlendirýär. K_{gidr}, X_{gidr}, α_{gidr} ululyklarynyň tapylyşynyň formulalary şu aşakdakylardyr:

Elektrolit	K_{gidr}	X_{gidr} duzuň gidrolizleşen böleginiň konsentrasiýasy	α_{gidr}
Gowşak esas we güýçli kislota bilen emele gelen duz (NH_4Cl)	$\frac{K_W}{K_{KtOH}}$	$\sqrt{K_{gidr} \cdot C_{KtAn}} = \sqrt{\frac{K_W \cdot C_{KtAn}}{K_{KtOH}}}$	$\sqrt{K_{gidr} \frac{1}{C_{KtAn}}} = \sqrt{\frac{K_W}{K_{KtOH} \cdot C_{KtAn}}}$
Güýçli esas we gowşak kislota bilen emele gelen duz (CH_3COONa)	$\frac{K_W}{K_{KtOH}}$	$\sqrt{K_{gidr} \cdot C_{KtAn}} = \sqrt{\frac{K_W \cdot C_{KtAn}}{K_{HAn}}}$	$\sqrt{\frac{K_{gidr} \cdot C_{KtAn}}{C_{KtAn}}} = \sqrt{\frac{K_W}{K_{HAn} \cdot C_{KtAn}}}$
Gowşak esas we gowşak kislota bilen emele gelen duz (CH_3COONH_4)	$\frac{K_W}{K_{KtOH} \cdot K_{HAn}}$	$C_{KtAn}\sqrt{K_{gidr}} = C_{KtAn}\sqrt{\frac{K_W}{K_{KtOH}\ K_{HAn}}}$	$K_{gidr} = \sqrt{\frac{K_W}{K_{KtOH} \cdot K_{HAn}}}$

K_W – suwuň ion köpeltmek hasyly ($1 \cdot 10^{-14}$).

Mysallar we meseleler

Gowşak esasyň we güýçli kislotanyň duzy.

1. NH_4NO_3 duzunyň gidroliziniň konstantasyny tapmaly ($t^o = 18^oC$):

Çözülişi:

$$K_{gidr} = \frac{K_{H_2O}}{K_{esas}}$$

$$NH_4NO_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4OH + HNO_3;$$

18 ^oC-da:

$$K_{H_2O} = 0,74 \cdot 10^{-14}$$

$$K_{NH_4OH} = 1,75 \cdot 10^{-5}.$$

Onda $K_{gidr} = \frac{K_{H_2O}}{K_{esas}} = \frac{0,74 \cdot 10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = \frac{7,4 \cdot 10^{-15}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 4,23 \cdot 10^{-10}$.

2. NH_4Cl, NH_4Br, NH_4I duzlarynyň (18°C) gidrolizleriniň konstantasyny tapmaly.

$$NH_4Cl + H_2O \rightleftarrows NH_4OH + HCl$$
$$NH_4Br + H_2O \rightleftarrows NH_4OH + HBr$$
$$NH_4I + H_2O \rightleftarrows NH_4OH + HI$$

ýa-da umumy halda

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_4OH + H^+.$$

Bularyň hemmesiniň gidroliziniň konstantasy bir meňzeşdir we şonuň üçin NH_4OH-niň görä K_{gidr}-na deňdir, ýagny $K_{gidr}=4,2310^{-10}$ (18°C).

3. 0,05N NH_4NO_3 (18°C) erginiň wodorod ionlarynyň aktiwligini, pH ululygyny we gidroliz derejesini hasaplamaly:

Çözülişi: $K_{NH_4O} = 1,75 \cdot 10^{-5} > 1 \cdot 10^5$ we $C_{duz} > 10^{-3}$, onda:

$$[H^+] = \sqrt{K_{gidr} \cdot C_{duz}} = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{K_{esas}} \cdot C_{duz}}$$

$$K_{gidr} = 4,23 \cdot 10^{-10} (18^0C)$$

onda: $[H^+] = \sqrt{4,23 \cdot 10^{-10} \cdot 0,05} = 4,6 \cdot 10^{-6}$ g-ion/ℓ

ion güýji: $\mu = \frac{1}{2}(1^2 \cdot 0,05 + 1^2 \cdot 0,05) = 0,05.$

Oňa degişli bolan $f_{Ht} = 0,81$ onda

$$a_{H+} = f_{H+}[H^+] = 0,81 \cdot 4,6 \cdot 10^{-6} = 3,72 \cdot 10^{-6} \text{ g-ion/ℓ}$$

$$pH = -\lg 3,72 \cdot 10^{-6} = -\lg 3,72 + 6 = -0,5705 + 6 = 5,43.$$

Gidroliz derejesi

$$\alpha = \frac{[H^+]}{C_{NH_4NO_3}} = \frac{4,6 \cdot 10^{-6}}{0,05} = 9,2 \cdot 10^{-5} = 9,2 \cdot 10^{-3}\,\%$$

ýa-da $\alpha = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{K_{NH_4OH} \cdot C_{NH_4Cl}}} = \sqrt{\frac{0,74 \cdot 10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5} \cdot 0,05}} \approx 9 \cdot 10^{-5} = 9 \cdot 10^{-3}\,\%$.

3*

4. 0,1n NH_4Cl ergininde pH ululygyny we gidroliz derejesini (α) tapmaly (18°C).

$$K_{gidr} = \frac{K_{H_2O}}{K_{NH_4OH}} = \frac{0,74 \cdot 10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 4,23 \cdot 10^{-10}$$

$$K_{NH_4OH} > 1 \cdot 10^{-5}; \qquad C_{NH_4Cl} > 10^{-3}.$$

Onda: $[H^+] = \sqrt{K_{gidr} \cdot C_{NH_4Cl}} = \sqrt{4,23 \cdot 10^{-10} \cdot 0,1} = 6,5 \cdot 10^{-6}$ g-ion/ℓ

$$\mu = \frac{1}{2}(1^2 \cdot 0,1 + 1^2 \cdot 0,1) = \frac{1}{2} \cdot 0,2 = 0,1$$

$f_{H^+} = 0,78$

$a_{H^+} = [H^+]\, f_{H^+} = 6,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,78 = 5,07 \cdot 10^{-6}$ g-ion/ℓ

pH = -lg $5,07 \cdot 10^{-6}$= -lg 5,07+6= -0,7050+6= 5,295.

Gidroliz derejesi: $\alpha = \frac{[H^+]}{C_{NH_4Cl}} = \frac{6,5 \cdot 10^{-6}}{0,1} = 6,5 \cdot 10^{-5}$

ýa-da $6,5 \cdot 10^{-3}$ % .

Gowşak kislota we güýçli esas bilen emele gelen duzuň gidroliziniň konstantasy:

$$KCN + H_2O \rightleftarrows KOH + HCN$$

$$CN^- + H_2O \rightleftarrows OH^- + HCN$$

$$K = \frac{a_{OH^-} \cdot a_{HCN}}{a_{CN^-} \cdot a_{H_2O}}$$

$$K \cdot a_{H_2O} = K_{gidr} = \frac{a_{OH^-} \cdot a_{HCN}}{a_{CN^-}} = \frac{K_{H_2O}}{K_{kis}}$$

$$K_{gidr} = \frac{K_{H_2O}}{K_{kis}}$$

Mysal: CH_3COONa, CH_3COOK, NaCN,$NaHCO_3$, $KHSO_4$, NaHS duzlarynyň K_{gidr} ululygyny tapmaly:

$$K_{CH_3COOH} = 1,75 \cdot 10^{-5}; K_{HCN} = 7,2 \cdot 10^{-10};$$

$$K'_{H_2SO_3} = 4,3 \cdot 10^{-7}; K'_{H_2SO_3} = 1,7 \cdot 10^{-2}; K'_{H_2S} = 5,7 \cdot 10^{-8}$$

$$K_{gidr} = \frac{K_{H_2O}}{K_{kisl}};$$

Çözülişi:

a) $K_{gidr} = \frac{1{,}27 \cdot 10^{-14}}{1{,}75 \cdot 10^{-5}} = 7{,}25 \cdot 10^{-10};$

b) $K_{gidr} = \frac{1{,}27 \cdot 10^{-14}}{7{,}2 \cdot 10^{-10}} = 1{,}76 \cdot 10^{-5};$

ç) $K_{gidr} = \frac{1{,}27 \cdot 10^{-14}}{4{,}3 \cdot 10^{-7}} = 2{,}94 \cdot 10^{-8};$

d) $K_{gidr} = \frac{1{,}27 \cdot 10^{-14}}{1{,}7 \cdot 10^{-2}} = 7{,}46 \cdot 10^{-12};$

e) $K_{gidr} = \frac{1{,}27 \cdot 10^{-14}}{5{,}7 \cdot 10^{-8}} = 2{,}23 \cdot 10^{-7}.$

$NaHCO_3$, $KHSO_3$, NaHS konstantasy hasaplananda dissosiasiýanyň 1-nji basgançagyndaky K-nyň bahasy alynmaýar gidroliz 2-nji basgançak boýunça geçýär:

$$NaHCO_3 + H_2O \rightleftarrows NaOH + H_2CO_3^-$$

$$KHSO_3^- + H_2O \rightleftarrows KOH + H_2SO_3$$

$$NaHS + H_2O \rightleftarrows NaOH + H_2S$$

1. a) $H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$
2. b) $HCO_3 \rightarrow H^+ + CO_3^{2-}$.

Mysal: 0,01M NaCN duzunyň ergininiň pH ululygyny we gidroliz derejesini tapmaly (25°C):

$\mu = \frac{1}{2}(1^2 \cdot 0{,}01 + 1^2 \cdot 0{,}01) = 0{,}01$

$f_{H^+} = 0{,}89$

$$K_{gidr} = \frac{K_{H_2O}}{K_{kis}} = \frac{1{,}27 \cdot 10^{-14}}{7{,}2 \cdot 10^{-10}} = 1{,}76 \cdot 10^{-5};$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_{gidr} \cdot C_{NaCN}} = \sqrt{1{,}76 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}01} = \sqrt{17{,}6 \cdot 10^{-8}} = 4{,}2 \cdot 10^{-4} \text{ g-ion}/\ell$$

$$a_{OH^-} = 4{,}2 g \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}89 = 3{,}7 \cdot 10^{-4} \text{ g-ion}/\ell.$$

$$pH = pK_{H_2O} - (pOH) = 13{,}90 - (-\lg a_{OH^-}) = 13{,}90 - (-\lg 3{,}7 \cdot 10^{-4}) =$$

$$= 13{,}90 - \lg 3{,}74 = 13{,}90 - (0{,}5682 + 4) = 13{,}90 - 3{,}43 = 10{,}57$$

$$pOH = -\lg a_{OH} = -\lg 3{,}7 \cdot 10^{-4} = (-0{,}5682 + 4) = 3{,}43.$$

Gidroliz derejesi:

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_{NaCN}} = \frac{4{,}2 \cdot 10^{-4}}{0{,}01} = 4{,}2 \cdot 10^{-2} = 4{,}2\%.$$

6. ERGIN WE ÇÖKÜNDI ARASYNDAKY DEŇAGRAMLYLYK. EREÝJILIGIŇ KÖPELTMEK HASYLY (EKH)

Dürli elementlerden ýa-da birleşmelerden durýan maddalaryň analizini ýerine ýetirmek üçin kesgitlenýän elementi şol ýa-da başga bir görnüşde bölüp çykarmaly bolýar.

Muny amala aşyrmak üçin analitiki himiýada dürli operasiýalar we usullar ulanylýar.

Olar:

1. Ereýjiligi pes bolan birleşmeleri çökdürmek usuly.
2. Elektrohimiki ýol bilen bölmek usuly.
3. Ekstraksiýa usuly, ýagny kesgitlenýän maddanyň suw bilen garyşmaýan organiki suwuklyk bilen eredip almak usuly.
4. Gyzdyrmak arkaly kowmak usuly.
5. Hromotografiýa, ion çalyşma sorbentleri bilen bölüp çykarmak usuly we başgalar.

Şularyň içinde iň köp ýaýranlarynyň biri çökdürme usulydyr. Bu usulda kesgitlenýän element ýa-da birleşme ýörite çökdüriji maddalary goşmak arkaly suwda, kislotada ýa-da aşgarlarda eremeýän halyndaky çökündi hökmünde alynýar, soňra alnan çökündiniň hil we mukdar häsiýetlerine görä oňa baha berilýär. Şonda emele gelen çökündi her hili reňkde we görnüşde

bolup biler. Ýöne olar strukturasy boýunça esasy iki görnüşde bolýarlar: Kristal we amorf çökündiler. Kristal çökündiler bular bellibir struktura formasyna eýe bolýarlar we molekulasynda kristal gözenekleri bolýar. Amorf çökündilerinde bellibir struktura forma, kristal gurluş bolmaýar. Kristal çökündileriň geometrik görnüşlerini mikroskopyň astynda synlamak mümkindir. Şoňa görä-de kristal çökündileri erginden bölüp aýyrmak, meselem, süzmek arkaly, amorf maddalary bilen deňeşdireninde ýeňildir. Emele gelýän çökündileriň käbiri reňkleri boýunça hem tapawutlanýarlar:

Meselem: AgCl ak, $BaSO_4$ ak, $BaCrO_4$ sary, $Fe(OH)_3$ goňur reňkli we ş.m.

Çökdürme usuly, köplenç, bellibir şertlerde, ýagny bellibir temperaturada, pH-da, erginleriň konsentrasiýalaryna, çökdürijiniň mukdaryna baglylykda ýerine ýetirilýär. Emele gelen çökündiler öz aralarynda ujypsyz ereýjiligi bilen tapawutlanýarlar. Çökündi bilen ergin aralygynda geterogen ýagdaýyndaky himiki deňagramlylyk döreýär.

Meselem: $AgCl \rightleftarrows Ag^{+}+Cl^{-}$.

Deňagramlylyk ýagdaýynda deňagramlylyk konstantasyny şeýle aňlatsa bolýar;

$$K_{AgCl} = \frac{[Ag^{+}][Cl^{-}]}{[AgCl]}$$

bu ýerde $[Ag^{+}]$, $[Cl^{-}]$, Ag^{+} we Cl^{-} – ionlarynyň deňagramlylyk konsentrasiýalary. [AgCl] – maddanyň gaty fazadaky konsentrasiýasy.

Geterogen sistemada [AgCl] hemişelik ululyk, onda:

$$K_{AgCl} \cdot [AgCl] = const = [Ag^{+}][Cl^{-}].$$

Ýagny doýan suwly erginde az ereýän maddanyň ionlarynyň konsentrasiýalarynyň köpeltmek hasyly hemişelik ululykdyr we oňa **ereýjiligiň köpeltmek hasyly (EKH)** diýilýär.

Diýmek: $EKH_{AgCl} = [Ag^{+}][Cl^{-}]$.

Bu ýerde görnüşine görä bellibir şertlerde bir ionyň konsentrasiýasynyň köpelmegi beýleki ionyň konsentrsiýasynyň

azalmagyna getirýär, çünki olaryň köpeltmek hasyly (EKH) şol bir ululykda bolmaly.

Meselem: ýokardaky mysalda Ag^+ ionlarynyň köpeldilmegi Cl^- ionlarynyň azalmagyna getirýär ýa-da, tersine, dürli görnüşli az ereýji maddalaryň EKH bahalary himiki maglumatnamalarda getirilýär.

Kähalatlarda käbir erginler üçin konsentrasiýanyň deregine (a) aktiwligi ulanmaly bolýar. Munda aktiwligiň köpeltmek hasyly (AKH) ulanylýar we ol şeýle aňladylýar:

$$AKH_{AgCl} = a_{Ag} \cdot a_{Cl} \ .$$

Ýöne köp halatlarda ereýjiligi has pes bolan maddalar üçin c=a diýip hasaplamak bolýar. Onda EKH = AKH bolýar. EKH bahalary ähli az ereýän maddalar üçin ýörite getirilendir. EKH bahasynyň üsti bilen şol maddanyň ereýjiligini (E) bilip bolýar. Aýdaly aşakdaky iki komponentli ergin berlen bolsun:

$$AgCl \rightleftarrows Ag^+ + Cl^-$$

$$[Ag^+] = [Cl^-] = [AgCl] = E_{AgCl}.$$

Onda $EKH_{AgCl} = [Ag^+]\,[Cl^-] = [Ag^+]\,[Ag^+] = [Ag]^2$

$$[Ag^+] = \sqrt{EKH_{AgCl}};\ E_{KtAn} = \sqrt{EKH_{KtAn}}\ mol/\ell\ .$$

Mysal: aýdaly berlen bolsun $EKH_{CaCO_3} = 1{,}69 \cdot 10^{-3}$.

Tapmaly: $[Ca^{++}][CO_3^-]$ we E_{CaCO_3}

$$CaCO_3 \rightleftarrows Ca^{++} + CO_3^{2-}$$

$[Ca^{++}] = [CO_3^{2-}]$ we E_{CaCO_3}

$EKH_{CaCO_3} = [Ca^{++}][CO_3^{2-}] = [Ca^{++}][Ca^{++}] = [Ca^{++}]^2$

$[Ca^{++}] = \sqrt{EKH_{CaCO_3}} = \sqrt{1{,}69 \cdot 10^{-8}} = 1{,}3 \cdot 10^{-4}$ g-mol/ℓ.

Onda: $[CO_3^-] = 1{,}3 \cdot 10^{-4}$ g-mol/ℓ

$= [Ca^{++}] = [CO_3^{2-}] = 1{,}33 \cdot 10^{-4}$ mol/ℓ.

Eger-de madda Kt_2, An tipli bolsa, aýdaly: Ag_2CrO_4 . Onda onuň dissosiasiýasy şeýle bolup geçýär:

$$Ag_2CrO_4 \rightleftarrows 2Ag^+ + CrO_4^{2-}$$

$[Ag_2CrO_4] = \dfrac{[Ag+]}{2} = [CrO4^{--}]$ ýa-da $[Ag^+] = 2[CrO_4^-]$

$EKH_{CaCO_3} = [Ag^+]^2 \cdot [CrO_4^{2-}] = (2[CrO_4^{2-}])^2 \cdot [CrO_4^{2-}] = 4[CrO_4^{--}]^3$

$$[CrO_4^{--}]=\sqrt[3]{\frac{EHK_{Ag_2CrO_4}}{4}}=E_{Ag_2CrO_4}$$

ýa-da umumy görnüşde $E_{KtAn}=\sqrt{\frac{EHK_{KtAn}}{4}}$ mol/ℓ.

Eger madda $KtAn_2$ görnüşde berlen bolsa, onda (meselem, HgI_2) formula ulanylýar (meselem CaF_2). Eger-de madda Kt_3An_2 görnüşde bolsa (meselem $Ca_3(PO_4)_2$) onda onuň ereýjiligi şeýle tapylýar:

$$Ca^{++}[PO_4^{3-}] \rightleftharpoons 3Ca^{++}+2PO_4^{3-}$$

$$EKH_{Ca(PO_4)_2}=[Ca^{++}]^3[PO_4^{3-}]^2,$$

onda onuň ereýjiligi deň bolýar:

$$E_{Ca_3(PO_4)_2}=\sqrt[3+2]{\frac{EKH_{Ca_3(PO_4)_2}}{3^3\cdot 2^2}}$$

ýa-da ereýjiligiň umumy formulasy:

$$E_{KtaAnb}=\sqrt[a+b]{\frac{EKH_{KtaAnb}}{a^a\cdot b^b}}.$$

Mysallar:

1. AgCl duzunyň doýan ergininde $[Ag^+]$ ionynyň konsentrasiýasy 10^{-5} mol/ℓ deňdir. Şonuň ýaly AgCl duzunyň ereýjiligi hem şoňa deň:

$$E_{AgCl}=C_{AgCl}=10^{-5}\ mol/\ell$$

ýa-da başgaça, g/ℓ görnüşinde:

$$C_{AgCl}=10^{-5}\ M_{AgCl}=10^{-5}\cdot 143{,}3=0{,}001433\ g/\ell=1{,}43\ mg/\ell.$$

Ag^+ ionynyň konsentrasiýasy g/ℓ-de deňdir:

$$[Ag^+]=C_{AgCl}=10^{-5}mol/\ell=10^{-5}\cdot A_{Ag}=10^{-6}\cdot 107{,}8=0{,}001078g/\ell=1{,}078\ mg/\ell.$$

Şonuň ýaly-da $[Cl^-]=C_{AgCl}=[Ag^+]=10^{-5}\ mol/\ell=10^{-5}\cdot 35{,}5=$ $=0{,}000355\ g/\ell=0{,}35\ mg/\ell$.

Öňki aýdyşymyz ýaly erginde haýsy-da bolsa bir ionyň konsentrasiýasynyň artmagy beýleki ionyň konsentrasiýasynyň peselmegine getirýär. Aýdaly, ýokarky ergine goşmaça Cl^- ionyň birleşmesi, meselem, NaCl goşmaly we goşulýan Cl^- ionyň kon-

sentrasiýasy $[Cl^-]$=0,1 g-ion/ℓ deň diýeli. Indi bu ýagdaýda Ag^+-iň konsentrasiýasynyň bahasyny tapaly: $EKH_{AgCl} = [Ag^+][Cl^-]$.

Bu ýerde $[Ag^+] = \frac{EKH_{AgCl}}{[Cl^-]} = \frac{10^{-10}}{0,1} = \frac{10^{-10}}{10^{-1}} = 10^{-9}$ g-ion/ℓ .

Diýmek, $[Ag^+]$-iň konsentrasiýasy 10^{-5} g-ion/ℓ bolanlygyndan 10^{-9} g-ion/ℓ boldy, ýagny $\frac{10^{-9}}{10^{-5}} = 10^{-4} = 0,0001$ 10000 esse azaldy. Tersine, $[Cl^-]$-iň konsentrasiýasy 10^{-5} bolanlygyndan 10^{-1} çenli ulalyp $\frac{10^{-1}}{10^{-5}} = 10000$ esse köpelýär. Uly zarýadly ionly elementleriň täsiri bolsa has-da güýçli bolýar.

Meselem: CaF_2 ergininiň EKH deňdir $EKH_{CaF_2}=[Ca^{+2}][F^-]^2$

$$[Ca^{++}] = \frac{EKH_{CaF_2}}{[F^-]^2},$$

ýagny $[F^-]$ 100 esse ulalyp, $[Ca^{++}]$ 100^2 =10000 esse kiçelmegine getirýär.

CaF_2 duzunyň suwda ereýjiligini tapalyň:

$EKH_{CaF2} = 4,0 \cdot 10^{-11}$

$$CaF_2 \rightleftarrows Ca^{+2} + 2F^-$$

$$EKH_{CaF2} = [Ca^{+2}][F^-]^2$$

$$E = [Ca^{+2}] = \frac{[F^-]}{2}$$

formula boýunça

$$E = C_{CaF_2} = \sqrt[3]{\frac{EKH_{CaF_2}}{1^1 \cdot 2^2}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 10^{-11}}{4}} = \sqrt[3]{10^{-11}} \approx 10^{-4}$$

ýa-da başgaça

$C_{CaF_2} = 10^{-4}$;

$M_{CaF_2} = 10^{-4} \cdot 78 = 0,0078$ g/l= 7,8 mg/ℓ;

$[F^-] = 2 \cdot C_{CaF_2} = 2 \cdot 10^{-4} \cdot M_{F^-} = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 19 = 38 \cdot 10^{-4} = 0,0038$ g/ℓ= 3,8 mg/ℓ.

Käbir maddalaryň EKH ululyklarynyň bahalary:

$$EKH_{AgI} = 8{,}3\cdot10^{-7}$$
$$EKH_{CaF_2} = 4{,}0\cdot10^{-11}$$
$$EKH_{CaSO_4} = 2{,}37\cdot10^{-5}$$
$$EKH_{Ca_3(PO_4)_2} = 2{,}0\cdot10^{-29}.$$

Mysal: ergin 1 ℓ-de 200 mg Ba^{2+} we 1 mg Pb^{2+} ionlaryny saklaýar. Eger-de şu ergine damjalap K_2CrO_4 duzunyň ergini goşulanda ilkinji bolup, haýsy maddalar çökýär: $BaCrO_4$ ýa-da $PbCrO_4$?

$$[Ba^{2+}][CrO_4^{2-}] = EKH_{BaCrO_4} = 2{,}4\cdot10^{-10}$$
$$[Pb^{2+}][CrO_4^{2-}] = EKH_{PbCrO_4} = 1{,}77\cdot10^{-14}.$$

Çözülişi: Ba^{2+} we Pb^{2+} ionlarynyň konsentrasiýalaryny tapalyň:

$$C_{Ba^{2+}} = \frac{0{,}2}{37{,}36}\ \text{g-ion/}\ell = [Ba^{2+}]$$
$$C_{Pb^{2+}} = \frac{0{,}001}{207{,}21}\ \text{g-ion/}\ell = [Pb^{2+}].$$

Indi CrO_4^{2-} ionlaryň $BaCrO_4$ çökündisini emele getirjek minimal konsentrasiýasyny tapýarys:

$$C_{CrO_4^{2-}} = \frac{EKH_{BaCrO_4}}{[Ba^{+2}]} = \frac{2{,}4\cdot10^{-10}\cdot137{,}36}{0{,}2} = 1{,}6\cdot10^{-7}\ \text{g-ion/}\ell.$$

Diýmek, $[CrO_4^{2-}]$ ululygy $BaCrO_4$ çökündini emele getirmek üçin $1{,}6\cdot10^{-7}$ g-ion/ℓ - den uly bolmaly.

Indi CrO_4^{2-} ionlarynyň $PbCrO_4$ çökündisini emele getirjek minimal konsentrasiýasyny tapýarys:

$$C_{CrO_4^{2-}} = \frac{EKH_{PbCrO_4}}{[Pb^{+2}]} = \frac{1{,}77\cdot10^{-14}\cdot207{,}21}{0{,}001} = 3{,}7\cdot10^{-9}\ \text{g-ion/}\ell\ .$$

Diýmek, $PbCrO_4$ çökündisiniň emele gelmegi üçin CrO_4^{2-} az konsentrasiýasy gerek. Onda, $PbCrO_4$ çökündisi ilki emele gelýär, ýagny çökýär.

Mysal: Erginde Ag^+ bar bolsa we oňa Cl^-, CNS^-, Br^-, I^-, S^- ionlaryny saklaýan ergin goşulanda haýsy reaksiýa iň duýgur hem doly geçýär.

$$Ag^{+}+Cl^{-} \rightleftarrows \downarrow AgCl\ ;$$
$$Ag^{+}+CNS^{-} \rightleftarrows AgCNS$$
$$Ag^{+}+Br^{-} \rightleftarrows AgBr;$$
$$Ag^{+}+I^{-} \rightleftarrows AgI.$$

Munuň üçin olaryň berýän çökündileriniň EKH-lerini deňeşdirýärler:

$$EKH_{AgCl}=1{,}6\cdot 10^{-10}$$
$$EKH_{AgCNS}=1{,}2\cdot 10^{-12}$$
$$EKH_{AgBr}=7{,}7\cdot 10^{-13}$$
$$EKH_{AgI}=1{,}3\cdot 10^{-16}$$
$$EKH_{Ag2S}=1{,}6\cdot 10^{-49}.$$

Indi çökündilerden soň galan Ag^{+} ionlaryň konsentrasiýasyny tapýarys:

$$[Ag^{+}]=\sqrt{EKH_{AgCl}}=\sqrt{1{,}6\cdot 10^{-10}}=1{,}3\cdot 10^{-5}\ \text{g-ion}/\ell$$
$$[Ag^{+}]=\sqrt{EKH_{AgCNS}}=\sqrt{1{,}2\cdot 10^{-12}}=1{,}1\cdot 10^{-6}\ \text{g-ion}/\ell$$
$$[Ag^{+}]=\sqrt{EKH_{AgBr}}=\sqrt{7{,}7\cdot 10^{-13}}=8{,}8\cdot 10^{-7}\ \text{g-ion}/\ell$$
$$[Ag^{+}]=\sqrt{EKH_{AgI}}=\sqrt{1{,}5\cdot 10^{-16}}=1{,}2\cdot 10^{-8}\ \text{g-ion}/\ell$$
$$[Ag^{+}]=\sqrt[3]{2EKH_{Ag2Cl}}=\sqrt[3]{2\cdot 1{,}6\cdot 10^{-48}}=6{,}8\cdot 10^{-17}\ \text{g-ion}/\ell.$$

Diýmek, Ag_2S çökündisi doly çökýär, sebäbi şonda erginde iň az Ag^{+} iony galýar. ($6{,}8\cdot 10^{-17}$ g-ion/ℓ).

Umumy halda ereýjiligiň formulasynyň çykarylyşy şeýle:

$$\underset{x}{KtAn_b} \rightleftarrows \underset{ax}{aKt} + \underset{bx}{bAn}.$$

$$EKH_{Kt\,Anb}=[ax]^{a}\cdot[bx]^{b}=a^{a}\cdot x^{a}\cdot b^{b}\cdot x^{b}=a^{a}\cdot b^{b}\cdot x^{a+b}.$$

Bu ýerden

$$X^{a+b}=\frac{EKH_{KtaAnb}}{a^{a}\cdot b^{b}}.$$

Ýa-da:

$$X=\sqrt[a+b]{\frac{EKH_{Kta\cdot Anb}}{a^{a}\cdot b^{b}}}.$$

X bolsa maddanyň ereýjiligini E-ni mol/ℓ-de aňladýar. Onda ereýjiligiň umumy formulasy:

$$E_{KtaAnb} = \sqrt[a+b]{\frac{EKH_{Kta \cdot Anb}}{a^a \cdot b^b}} \text{ (mol/}\ell\text{)}.$$

7. KOMPLEKS BIRLEŞMELER

Köp sanly himiki birleşmeleriň arasynda ikileýin we kompleks birleşmeler uly orun tutýar. Ikileýin duzlaryň mysallary:

$(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$-Moruň duzy;

$K_2SO_3 \cdot Fe_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$-demir-kaliý kwassylary;

$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 2H_2O$-kaliý alýuminiý kwassylary;

$(NH_4)_2SO_4 \cdot Fe_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ -demir ammoniý kwassylary.

Bu duzlar durli duzlaryň molekulalarynyň özara birleşmesi zerarly emele gelýärler we suwda eredilende düzümindäki ionlaryň ählisine dargaýarlar.

Meselem:

$$(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O \rightleftarrows 2NH_4^+ + Fe^{2+} + 2SO_4^{-2} + 6H_2O.$$

Bu birleşmeler hem adatdaky duzlar ýaly özlerini alyp barýarlar. Emma bulardan tapawutlylykda kompleks birleşmeler başgaça häsiýetleri ýuze çykarýarlar. Kompleks birleşmeleriň mysallary:

$K_3[Fe(CN)_6]$, $K_4[Fe(CN)_6]$, $Na_2[Co(NO_2)_4]$, $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$ we ş. m.

Bu duzlar suwda eredilende başgaça elektrolitik dissosiasiýasyny ýüze çykarýar.

$$K_3[Fe(CN)_6] \rightleftarrows 3K^+ + [Fe(CN)_6]^{-3}$$

$$Na_3[Co(NO_2)_6] \rightleftarrows 3Na^+ + [Co(NO_2)_6]^{-3}.$$

Şu ýerde Fe^{+3},Co^{+3} -merkezi ion, kompleks emele getiriji,

CN^-, NO_2-ligand (addend)

$[Fe(CN)_6]^{-3}$, $[Co(NO_2)_6]^{-3}$- kompleks ion.

Şular ýaly ionlaryň erginlerde ýa-da kristallda bolup bilýän çylşyrymly birleşmelerine kompleks birleşmeler diýilýär. Kompleks ionlar kwadrat skobka alynýar. Kompleks birleşmeleriň nazaryýetini alymlar A.Warner, A. A. Grinberg, L.A. Çugaew dagylar işläp duzýärler.

Kompleks ionlaryň beýleki ionlardan tapawudy bularyň içindäki ionlary erginde özbaşdak tapmak başartmaýar.

Meselem: $K_4[Fe(CN)_6]$- kompleks birleşmesinde demir Fe^{++} iony özbaşdak däl-de, eýsem, $[Fe(CN)_6]^{-4}$ ionynyň düzüminde saklanýar.

Ähli kompleks birleşmelerde kompleks emele getiriji hökmünde kation hyzmat edýär. Kompleks emele getiriji ionlar: Co^{++}, Co^{+++}, Fe^{++}, Fe^{+++}, Ni^{++}, Zn^{++}, Mn^{++}, Hg^{++}, Cu^{+}, Cu^{++}, Cd^{++}, Ag^{+}, Au^{+}, Au^{+++}, Pt we başgalar.

Merkezi kompleks emele getiriji ionyň daşyndaky ligandlaryň sanyna koordinasion san diýilýär. Ol, adatça, 4,6 we 2 bahalarda bolýar.

Kompleks ionyň zarýady kompleks emele getiriji ion bilen ligandlaryň zarýadlarynyň algebraik jemine deňdir.

Meselem: $K_4[Fe(CN)_6]$ kompleks birleşmesinde ol şeýle:

$$[Fe^{+2}(CN)_6^{-1}]=[Fe(CN)_6]^{-4}.$$

Beýleki duzlar ýaly, kompleks duzlary-da erginlerde ionlara aşakdaky tipde dargaýarlar:

$$K_2[PtCl_4] \rightleftarrows 2K^{+}+[PtCl_4]^{-2}.$$

Muňa elektrolitik **dissosiasiýanyň birinji basgançagy** diýilýär. Emma öz gezeginde kompleks ionyň özi hem elektrolitik dissosiasiýa sezewar bolýar, ýöne gowşak ýagdaýda:

$$[PtCl_4]^{-2} \rightleftarrows Pt^{++}+4Cl^{-}.$$

Muňa **ikinji elektrolitik dissosiasiýa** diýilýär. Kompleksleriň durnuksyzlyk konstantasynyň tapylyşy. Aýdaly, berlipdir $K[Ag(CN)_2]$ kompleks duzy. Onda $[Ag(CN)_2]^{-}$ kompleks iony bar. Şol kompleks ion ujypsyz hem bolsa dissosiasiýa geçýär:

$$[Ag(CN)_2]^{-} \rightleftarrows Ag^{+}+2CN^{-}.$$

Onda deňagramlylyk ýagdaýynda massalaryň täsiri kanunyny ulanyp ýazyp bilýäris:

$$K_{[Ag(CN)_2]^{-}} = \frac{[Ag^{+}][CN^{-}]^2}{[Ag(CN_2)]^{-}}.$$

Şu ýerde $K_{[Ag(CN)_2]^{-}}$ – ululygyna durnuksyzlyk konstantasy diýilýär. (K – durnuksyzlyk).

Onuň ters ululygyna, ýagny $\frac{1}{K[Ag(CN_2)]^-}$ - durnuklylyk konstantasy diýilýär.

Diýmek, K durnuksyzlyk näçe kiçi bolsa, kompleks ion şonça durnukly bolýar we tersine.

″K″ ululygyny bilmek bilen kompleks emele gitirijiniň we ligandyň ergindäki konsentrasiýasyny tapmak bolýar K ululygynyň bahalary durli konsentrasiýaly ionlar üçin ýörite maglumatnamalarda getirilýär.

Mysal: 1 M $[Ag(NH_3)_2]^+$ erginde kompleks emele getirijiniň Ag^+, ligandlaryň NH_3 konsentrasiýalaryny tapmaly:

Çözülişi:

$$[Ag(NH_3)_2]^+ \rightleftarrows Ag^+ + 2NH_3 .$$

Deňagramlylyk ýagdaýy

$$\underset{1-x}{[Ag(NH_3)_2]^+} \rightleftarrows \underset{x}{Ag^+} + \underset{2x}{2NH_3}.$$

Onda ýokarky deňlemede ornuna goýýarys:

$$K_{[Ag(NH_3)_2]^+} = \frac{[Ag^+][NH_3]^2}{[Ag(NH_3)_2]^+} = \frac{x\cdot(2x)^2}{1-x} = 5{,}89\cdot 10^{-8}.$$

$[Ag^+]$ ululygy gaty az, şonuň üçin ýazyp bilýäris: $1-x = 1$.

Onda: $x\cdot(2x)^2=5{,}89\cdot 10^{-8}$

$4x^3=5{,}89\cdot 10^{-8}$

$$x = \sqrt[3]{\frac{5{,}89\cdot 10^{-8}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{58{,}9\cdot 10^{-9}}{4}} = \sqrt[3]{14{,}72\cdot 10^{-9}} = 2{,}4\cdot 10^{-3} \text{ g-ion}/\ell .$$

Onda: $[Ag^+] = x = 2{,}4\cdot 10^{-3}$ g-ion/ℓ

$[NH_3]= 2x = 2\cdot 2{,}4\cdot 10^{-9}=4{,}8\cdot 10^{-3}$ g-ion/ℓ .

Mysal: 1M $[Cu(NH_3)_4]^{++}$ ergininde kompleks emele getirijiniň Cu^{++} we erginde ligandyň NH_3 konsentrasiýalaryny tapmaly:

Çözülişi:

$$K_{[Cu(NH_3)_4]^{++}} = 9{,}33\cdot 10^{-13}$$

$$\underset{1-x}{[Cu(NH_3)_4]^{++}} \rightleftarrows \underset{x}{Cu^{++}} + \underset{4x}{4NH_3}$$

$$K_{[Cu(NH_3)_4]^{++}} = \frac{[Cu^{++}][NH_3]^4}{[Cu(NH_3)_4]^{++}} = \frac{x\cdot(4x)^4}{1-x} = 9{,}33\cdot10^{-13}$$

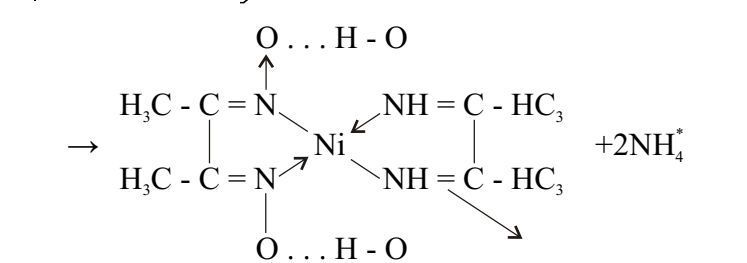
$$x\cdot(4x)^4=9{,}33\cdot10^{-13}$$
$$256\cdot x^5=9{,}33\cdot10^{-13}$$

$$x = \sqrt[5]{\frac{9{,}33\cdot10^{-13}}{256}} = \sqrt{\frac{9{,}33\cdot10^{-15}}{256}} \approx 1{,}3\cdot10^{-3}\ \text{g-ion}/\ell.$$

Onda: $[Cu^{++}]= x = 1{,}3\cdot10^{-3}$ g-ion/ℓ
$[NH_4^{+}]= 4x = 4\cdot1{,}3\cdot10^{-3}=5{,}2\cdot10^{-2}$ g-ion/ℓ.

Içki kompleks birleşmeler.

Käbir organiki birleşmeler kompleks emele getirijileriň kationlary bilen birleşmelerinde özboluşly kompleksleri-içki kompleks birleşmelerini emele getirýärler. Munda kation organiki maddalaryň ligandalary bilen baş hem-de goşmaça baglanyşyk arkaly birleşýärler. Baş baglanyşyk tutuş çyzyk bilen, goşmaça baglanyşyk bolsa strelka bilen aňladylýar. Içki kompleks birleşmeleriň biri dimetilglioksimiň (Çugaýewiň reaktiwiniň) nikel bilen emele getirýän birleşmesidir. Ol nikel bilen birleşende şu reaksiýa geçýär:



açyk al gyzyl reňkli nikeliň dimetilglioksimaty.

Içki kompleks birleşmelerine başgaça **helatlar** diýilýär.

Bu kompleks birleşmeleriň emele gelmegi üçin organiki maddanyň funksional toparyndaky wodorod kompleks emele ge-

tiriji kation tarapyndan gysylyp çykarylmaly hem-de şol maddada kation bilen koordinasion baglanyşyk arkaly baglanyşyp biljek funksional topar bolmaly. Olar, esasan, şular:

a) gysylyp çykarylmaga wodorody bolan funksional toparlar:

- COOH - karboksil
- OH - gidroksil
= NOH - oksin
- SO_3H - sulfon
- NH_2 - birinji amino topar
= NH - ikinji amino topar
- SH - gidrosulfid.

b) koordinasion baglanyşyk bolup biljek funksional toparlar:

$\geqslant$ N, = NH, - NH_2, -OH, =C, =O, -S-, =NOH, -N=N-.

Kompleks ionlary kähalatlarda has berkitmek ýa-da dargatmak gerek bolýar, sebäbi käbir kompleks ionlar gaty berk we durnukly bolýarlar, käbirleri bolsa örän durnuksyz bolýar. Şonuň üçin analitiki himiýada şolaryň ikisini-de gazanmak käte gerek bolýar. Dargatmak üçin kompleks ionyň dissosiasiýasyny güýçlendirmeli. Onuň her hili ýollary bar: ergini gowşatmak, kislota ýa-da aşgar goşmak, okislendirmek, gyzdyrmak we ş.m.

Meselem: $[Cu(NH_3)_4]^{++}$ kompleks ionyny kislota artyk goşmak bilen dargatmak aňsat:

$$[Cu(NH_3)_4]^{++}+4H^+ \rightarrow Cu^{++}+4NH_4^+.$$

Kompleks emele getirmek usul himiki analizde dürli maksatlar üçin giňden ulanylýar:

1) pes ereýji çökündileri almak üçin:
2) ionlary maskirowka etmek üçin:
3) eremeýän maddany eretmek üçin:
4) birleşmeleriň kislota häsiýetlerini üýtgetmek üçin:
5) birleşmeleriň okislenme-gaýtarma häsiýetlerini üýtgetmek üçin.

Meselem: O-oksihinolin (oksin)

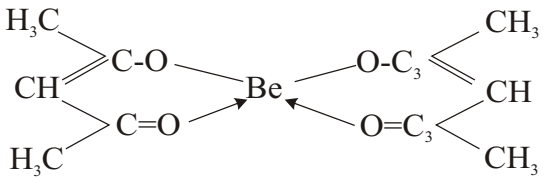
C_9H_6NOH Al -ionlary bilen ýaşyl-sary çökündi berýär-alýuminiň oksihiolýaty $(C_9H_6NO_3)_3Al$.

Bu ýerde OH -yň wodorody Al tarapyndan gysylyp çykarylýar. Şol bir wagtda Al=N bilen koordinasion baglanyşýar. Asetalaseton

$$CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_2-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_3$$

Be,Al,Cr,Fe,Cu,Co we beýleki ionlar bilen degişli asetilasetonatlary emele getirýär.

Meselem:



Berilliniň asetilasetonaty.

1) köp kationlar kompleks ionlar bilen pes ereýän çökündileri emele getirýärler:

Olardan:

$K^{+}(K_2[Co(NO_2)_6])$- sary çökündi;

$Fe^{+++}(Fe_4[Fe(CN_6)])$- gök çökündi;

$Fe^{++}(Fe_3[Fe(CN_6)]_2)$- gök çökündi;

$Cu^{++}([Cu(NH_3)_4])(OH)_2$- gök çökündi;

↓

$Cu_2[Fe(CN)_6]$- gyzyl çökündi.

Kompleks birleşmeler käbir reaksiýany geçirmäge päsgel berýän başga ionlary maskirowka etmäge ulanylýar. Meselem, Fe^{+++} iony beýleki ionlary kesgitlemäge päsgel berýär. Şonuň üçin Fe^{+++} ionyny başga maddany meselem, fosfor kislotasyny goşmak bilen maskirowka edýärler. Şonda reňksiz we berk kompleks $[Fe(PO_4)_2]^{---}$ emele gelýär. Fe^{+++} iony berk izolirlenýär. Käbir çökündiler ýa-da maddalar bolýar , olar hiç bir maddada, şol sanda kislotada hem eremeýärler, meselem, şol maddalary kompleks emele getirmek arkaly eretmek bolýar. Munuň üçin Ag Cl ýa ş.m. maddalary saklaýan (AgBr, AgI) $(NH_4)_2CO_3+NH_4HCO_3$ erginiň

garyndysyny goşmaly. Şonda Ag Cl eremek arkaly kompleks birleşme emele getirýär $[Ag(NH_3)_2]Cl$. Hatda Au we Ag metallary aşgar metallaryň sianidlerinde ereýärler:

$$4Au+8NaCN+O_2+2H_2O \rightarrow 4Na+[Au(CN)_2]+4NaOH.$$

Şu usul bilen altyn magdanlaryndan altyn çykarylýar.

Erginleriň kislota ýa-da okislenme-gaýtarma häsiýetlerini hem şol reaksiýa gatnaşýan haýsy bolsa bir maddany kompleks ionyň kömegi izolirläp, onuň öňki aktiwligini aýyrmak amala aşyrylýar.

Meselem: $2Fe^{+++}+2J^{-} =2Fe^{++}+I_2$ reaksiýany haýallatmagy, ýagny çepe süýşürmegi, kompleks emele getirmek arkaly amala aşyryp bolýar:

$$[Fe(PO_4)_2]^{---} \text{ we ş.m. } [FeF_6]^{---}.$$

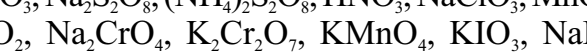
8. ANALITIKI HIMIÝADA OKISLENME-GAÝTARYLMA REAKSIÝALARYŇ NAZARYÝETI

Size umumy himiýadan mälim bolşy ýaly, okislenme-gaýtarylma reaksiýalar himiýada, şol sanda analitiki himiýada uly ähmiýete eýedir. Bu reaksiýalar elektronlaryň bir maddadan beýleki madda geçmegi bilen bolup geçýär. Şeýlelikde, elektronlary berýän madda **gaýtaryjy**, elektronlary alýan madda bolsa **okislendiriji** diýilýär.

Gaýtaryjy okislenýär, okislendiriji bolsa gaýtarylýar. Umuman bu reaksiýalara **okislenme-gaýtarylma reaksiýalar** diýilýär.

Analitiki himiýada ulanylýan esasy okislendirijiler: H_2O_2, Na_2O_2, $KClO_3$, $Na_2S_2O_8$, $(NH_4)_2S_2O_8$, HNO_3, $NaClO_3$, MnO_2, $NaBrO_3$, Pb_3O_4, PbO_2, Na_2CrO_4, $K_2Cr_2O_7$, $KMnO_4$, KIO_3, $NaBrO_3$ şeýle hem ionlar: Ag^{+}, Hg^{++}, Cu^{++}, Fe^{+++} we başgalar. Şeýle hem käbir maddalar reaksiýanyň şertine görä hem okislendiriji hem gaýtaryjy bolup bilýärler: H_2O_2, H_2SO_3, HNO_3, S we başgalar.

Esasy gaýtaryjylar: Zn, Fe, Al, H_2O_2, $SrCl_2$, H_2S, H_2SO_3, HI, $Na_2S_2O_3$ şeýle hem Fe^{++}, T^{+++}, Cr^{++} we başgalar.

Meselem: 

$$2HNO_2+2HI \rightarrow 2H_2O+2NO+I_2$$

okislendiriji

$$2KMnO_4+5HNO_2+3H_2SO_4 \xrightarrow[\text{gaýtaryjy}]{} K_2SO_4+2MnSO_4+5HNO_3+3H_2O\ .$$

Şular ýaly hem okislendiriji hem gaýtaryjy bolup bilýän birleşmeler öz-özünden okislenip we gaýtarylyp bilýärler:

$$\underset{\text{okislendiriji}}{H_2^+[O_2]^-} + 2e + 2H^+ \rightarrow 2H_2O;$$

$$\underset{\text{gaýtaryjy}}{[H_2^+[O_2]^-} - 2e \rightarrow 2H^+ + O_2$$

ýa-da onuň shemasy

$$H\text{-}O\text{-}O\text{-}H + 2H^+ \rightarrow HOH + HOH = 2H_2O$$

$$H\text{-}O\text{-}O\text{-}H\text{-}2e \rightarrow 2H^+ + \uparrow O_2.$$

Onuň özüni şeýle alyp barmagy, esasan, sreda we başga faktorlara baglydyr. Şular ýaly maddanyň hem okislenme, hem gaýtarma reaksiýalaryna **disproporsionirleşme reaksiýalary** diýilýär. Netijede:

$$H_2\overset{2e}{O_2} + H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2\ .$$

Metallar, metal däller we olaryň çylşyrymly ionlary özleriniň zarýadlaryna görä ýa gaýtaryjy ýa-da okislendiriji bolup çykyş edýärler.

1. Erkin metallar diňe elektron berýär we gaýtaryjy bolýarlar:

$$Zn\ \ 2e\ \rightarrow Zn^{++}.$$

2. Metallaryň ionlary elektrony kabul edýärler we okislendiriji bolup bilýärler:

$$Fe^{+++} + 1e \rightarrow Fe^{++}$$

$$Ag^{+} + 1e\ \rightarrow Ag.$$

3. Metal däl elementler hem başky ýagdaýyna görä ýa gaýtaryjy, ýa-da okislendiriji bolýarlar:

$$S^0 - 6e + 4H_2O \rightarrow SO_4^{-2} + 8H^+$$

$$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-.$$

4. Metal dälleriň ionlary gaýtaryjy bolup bilýärler:

$$S^{--} - 2e \rightarrow S$$

$$S^{--} - 8e + 4H_2O \rightarrow 8H^+ + SO_4^{2-}.$$

Şonuň üçin köp walentligi ýüze çykarýan elementleriň zarýadlaryna görä köp görnüşli birleşmeleri we çylşyrymly ionlary emele getirýärler:

$$SnO_3^{--}, S_2O_3^{--}, VO_3^{-}, WO_4^{-}.$$

Özüňize mälim bolşy ýaly okislenme-gaýtarylma reaksiýalarynda esasy meseleleriň biri-de reaksiýanyň deňlemesini düzmekdir. Ony siz eýýäm organiki däl himiýadan bilýärsiňiz:

$$2\overset{+5}{BrO_3^-} + 10\,I^- + 12H^+ \rightarrow Br_2^0 + 5I_2^0 + 6H_2O$$

$2\cdot 1 \quad \overset{+5}{BrO_3} + 10e \rightarrow Br_2$

$2\cdot 5 \quad I^- - 2e \rightarrow I_2.$

Okislenme-gaýtarylma reaksiýalary analitiki himiýada giňden ulanylýar:

1. Elementleriň okislenme derejesini üýtgetmek üçin, ýagny ýokary formadan aşak forma, ýa-da, tersine geçmek üçin.

2. Fe^{++} ionlaryny Fe^{+++} ionlaryna geçirmek üçin, haçanda Fe^{++} ionlary beýleki analiziň gidişine päsgel berýän bolsa.

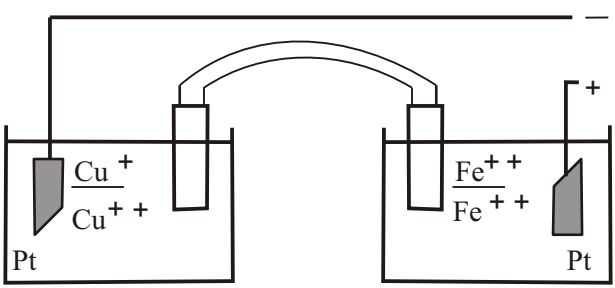
3. Käbir okislendirijiler ýa-da gaýtaryjylar bilen reaksiýa girýän ionlary almak üçin:

4. Okislenende ýa-da gaýtarylanda çökündi emele getirýän ionlary bölmek üçin:

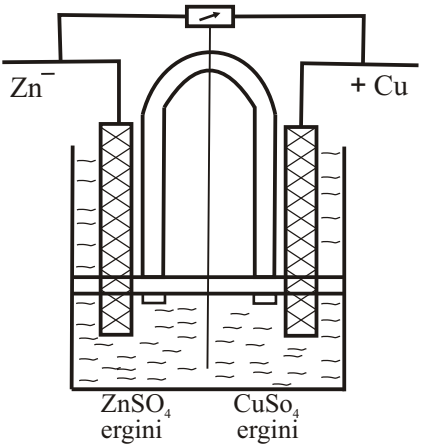
$$Mn^{++} - \frac{H_2O}{OH^-} \downarrow MnO_2 \text{ (ýa-da } H_2MnO_3).$$

5. Köp sanly maddalary mukdar taýdan kesgitlemek üçin. Okislenme-gaýtarylma reaksiýalarynyň ugrunyň kesgitlenişi.

Munuň üçin okislenme-gaýtarylma reaksiýa geçýän galwaniki elementiň shemasyny düzeliň *(3-nji surat)*.



3-nji surat.
Galwaniki elementiň shemasy



4-nji surat.
Zn/Zn^{++}//Cu^{++}/Cu galwaniki elementiň shemasy

Şunda şeýle reaksiýalar bolup geçýär:

$Cu^{+} - e \rightarrow Cu^{++}$ $Fe^{+++} + e \rightarrow Fe^{++}$.

Birinji Pt elektrodda elektronlar ýygnalýar we elektrod (-) zarýadlanýar. Beýleki Pt elektrodyna bolsa položitel ionlar (Fe^{++}) ýygnanýarlar we elektrod (+) zarýadlanýar. Eger-de şu zynjyry birleşdirsek, onda elektrik hereketlendiriji güýji (EHG) ýüze çykýar. Bu ýerde elektronlar Cu^{+}/Cu^{++} - erginden beýleki ergine geçýär. Şunuň ýaly-da eger-de Zn we Cu elektrodlaryny ulansak, hem-de olary özleriniň **duzuna ýerleşdirsek** onda şu shema emele gelýär *(4-nji surat).*

$$-Zn|Zn^{++}+SO_4^{--}||Cu^{++}+SO_4^{--}|Cu+$$

ýa-da başgaça

$$\xrightarrow{2e}$$

$$Zn|Zn^{2+}||Cu^{++}|Cu$$

Şeýlelikde şu ýerde EHG güý-ji döreýär ýagny oňa **potensiallaryň tapawudy** diýilýär. Dürli hilli okislenme-gaýtarma reaksiýalarynyň netijeleri wodorod elektrodyň [$2H^{+}/H_2$] potensialy bilen deňeşdirilýär. Adatça, ony 0-a deň diýlip alynýar. Beýleki her hilli okislenme-gaýtarma reaksiýalaryň döredýän ionlarynyň ýa-da molekulalarynyň normal elektrod potensiallary ýörite tablisalarda getirilýär. Şonda umumy zynjyrdaky EHG ululgyny kesgitlemek üçin okislendirijiniň potensialyndan gaýtaryjynyň potensialyny aýyrýarlar: EHG

$$(E) = E_{okis} - E_{gaýt}.$$

Meselem: $Zn + Cu^{++} \rightarrow Zn^{++} + Cu$

$Zn\ 2e \rightarrow Zn^{++}$ $E^{o} = -0{,}7620W$

$Cu^{++} + 2e \rightarrow Cu$ $E^{o} = +0{,}3448\ W$

EHG = 0,3448 – (–1,7620) = 1,1068 W.

Käbir maddalaryň normal okislenme-gaýtarma potensiallary ýörite maglumatnamalarda getirilýär.

Meselem: $E^0_{2H}+/H_2=0$-a görä käbir sistemalaryň E^0

Okislendiriji	+ne	Gaýtaryjy	E^0, wolt
K^+	+e	K	-2,922
Ca^{2+}	+2e	Ca	-2,87
Al^{3+}	+3	Al	-1,67
Zn^{2+}	+2e	Zn	-0,762
S	+2e	S^{--}	-0,508
Fe^{++}	+3e	Fe	-0,036
$2H^+$	+2e	H_2	-0,000
Sn^{+4}	+2e	Sn^{2+}	+0,15
I_2	+2e	$2I^-$	+0,5345
Fe^{3+}	+1e	Fe^{++}	+0,771
Br	+2e	$2Br^-$	+1,0652
Cl_2	+2e	$2Cl^-$	+1,3583
Au^+	+1e	Au	+1,68
F_2	+2e	$2F^-$	+2,85
$-MnO_4^-+8H^+$	+5e	$Mn^{++}+4H_2O$	+1,52

Şu tablisadaky bahalary boýunça aşakdaky netijeleri çykaryp bolýar:

1. Kadaly potensialy $E^0 2H+/H_2$-den kiçi bolsa metallar H-y kislotalardan gysyp çykaryp bilýär.

2. E kiçi bolan metal E uly bolan metaly onuň duzundan gysyp çykarýar.

3. Iň güýçli gaýtaryjylar-aşgar we aşgar ýer metallary, iň pes bolsa–asyl metallar we galogenler.

4. Iň güýçli okislendirijiler bolsa galogenlerdir, metallaryň ionlarydyr. Şu tablisa boýunça islendik sistemanyň okislenme-gaýtarma potensialyny ýagny berlen jübütini tapyp bolýar. Okislenme-gaýtarma potensialyny deňeşdirip haýsynyň güýçli okislendiriji, haýsysynyň bolsa gaýtaryjydygyny kesgitläp bolýar. Emma kadaly okislenme-gaýtarma potensiallary bular diňe, haçanda şol maddalaryň ergindäki konsentrasiýasy, has takygy-

aktiwligi, bire deň bolandakydyr. Beýleki ýagdaýlarda okislenme potensiallary konsentrasiýa baglydyr. Ol baglanyşyk şu aşakdaky deňleme boýunça aňladylýar:

$$E = E^{o}_{okis-gayt} + \frac{RT}{nF} \cdot \ln \cdot \frac{[okis]}{[gayt]} \cdot$$

Bu ýerde: E – hakyky okis-gaýt. potensialy (W), $E^{0}_{okis-gaýt}$ kadaly. okis-gaýt. potensialy (W), R – gaz hemişeligi (8,314 J), T – erginiň absolýut temperaturasy (K), n berilýän ýa-da kabul edilýän elektronyň sany, F-Faradeýiň sany, (96500 Kulon), [okis] – okislenen görnüşiň konsentrasiýasy, [gaýt]–gaýtarylan görnüşiň konsentrasiýasy.

Ýa-da olaryň bahalaryny goýmakdan soň:

$$E = E^{o}_{okis-gayt} + \frac{8,314 \cdot 298 \cdot 2,303}{n \cdot 96500} \cdot \lg \cdot \frac{[okis]}{[gayt]} \text{ ýa-da}$$

$$E = E^{o}_{okis-gayt} + \frac{0,059}{n} \cdot \lg \cdot \frac{[okis]^{a}}{[gayt]^{b}} \cdot$$

Haçan-da

[okisl.]=[gaýt.]= 1 bolanda

$\lg \frac{1}{1} = \lg 1 = 0.$ Onda $E=E^{0}$.

Muňa Nernstiň formulasy diýilýär.

Eger-de okislenme-gaýtarma reaksiýa H^{+} ionlary hem gatnaşýan bolsa, onda olar hem deňlemä giryär.

$$E = E^{0}_{okis/gaýt} + \frac{0,059}{n} \cdot \lg \cdot \frac{[okis]^{a} \cdot [H^{+}]^{m}}{[gaýt]^{b}} \cdot$$

Bu ýerde a,b,m-okislendirijiniň, gaýtaryjynyň we H^{+} ionlaryň ýanyndaky koeffisiýentleriň san bahalary.

Okislenme-gaýtarma reaksiýalarynyň hasaplanyşy:

1-nji mysal. Aşakdaky deňlemäniň Okislenme-gaýtarma potensialyny tapmaly:

$$Fe^{+++} + 1e^{-} \rightarrow Fe^{++}.$$

Eger-de: $[Fe^{+++}] = 0,005$ g-ion/ℓ - okislendiriji;

$[Fe^{++}] = 0{,}1$ g-ion/ℓ gaýtaryjy bolsa.

$$E = E^0_{Fe^{+++}/Fe^{++}} + \frac{0{,}059}{1}\cdot \lg\cdot\frac{0{,}005}{0{,}1} = 0{,}771 + 0{,}059\,g\,\frac{0{,}005}{0{,}1} =$$

$$= 0{,}771+0{,}059 \lg 0{,}05 = 0{,}771+0{,}059\cdot(\lg 5\cdot 10^{-2}) =$$

$$= 0{,}771+0{,}059\cdot(0{,}7-2) = 0{,}771+(-0{,}059)\cdot 1{,}3 =$$

$$= 0{,}771-0{,}0767 = 0{,}6943 \text{ Wolt.}$$

2-nji mysal. Aşakdaky sistemanyň okislendiriji potensialyny tapmaly:

$$MnO_4^- + 5e + 8H^+ = Mn^{++} + 4H_2O.$$

Eger-de $[H^+] = 10^{-1}$ g-ion/ℓ

$[MnO_4^-] = [Mn^{++}] = 1$g-ion/ℓ bolsa:

Çözülişi:

$$E = E^o_{MnO_4^-/Mn^{++}} + \frac{0{,}059}{5}\cdot\lg\cdot\frac{[MnO_4^-]\,[H^+]^8}{[Mn^{++}]};$$

Tablisadan tapýarys: $E^0_{MnO_4^-/Mn^{++}} = 1{,}52$ Wolt. Onda:

$$E = 1{,}52 + \frac{0{,}059}{5}\cdot\lg\cdot\frac{1\cdot(10^{-1})^8}{1} = 1{,}52 + \frac{0{,}059}{5}\lg 10^{-8} =$$

$$= 1{,}52 + \frac{0{,}058}{5}(-8) = 1{,}52 + 0{,}059\cdot(-1{,}6) = 1{,}52 - 0{,}094 = 1{,}41 \text{ Wolt}.$$

Eger-de erginde köp zarýadly ionlaryň E ululygy tapylsa, onda konsentrasiýanyň deregine aktiwlik goýulýar:

$$E = E^0_{okis/gayt} + \frac{0{,}059}{n}\cdot\lg\cdot\frac{a_{okis}}{d_{gayt}} =$$

$$= E^0_{okis/gaýt} + \frac{0{,}059}{n}\cdot\lg\cdot\frac{[okis]f_{okis}}{[gaýt]f_{gaýt}}.$$

Bu ýerde f - aktiwlik koeffisiýenti.

3-nji mysal. Aktiwligi hasap etmek arkaly şu reaksiýa:

$Fe^{+++} + e \rightarrow Fe^{++}$ üçin okislendiriji potensialy tapmaly.

haçan-da

$$\frac{[Fe^{+++}]}{[Fe^{++}]} = \frac{10}{90} = 10^{-1} \quad \text{we} \quad \frac{[Fe^{+++}]}{[Fe^{++}]} = \frac{99{,}9}{0{,}1} = 10^{-3}$$

we $\mu=0,1$; $f_{Fe^{+++}}=0,008$; $f_{Fe^{++}gaýt}=0,33$

bolanda degişlilikde:

$$E_1=0,771+0,059\cdot\lg\left(\frac{10}{90}\cdot\frac{0,08}{0,33}\right)=0,771+0,059\cdot(-1,5686)=$$

$=0,679$ Wolt.

$$E_2=0,771+0,059\cdot\lg\left(\frac{99,9}{0,1}\cdot\frac{0,08}{0,33}\right)=0,771+0,059\cdot 2,3838=$$

$=0,9126$ Wolt.

9. HIL ANALIZINIŇ HIMIKI WE FIZIKI-HIMIKI USULLARY

Maddalaryň hil analizini ýerine ýetirmek üçin şu wagta çenli geçilen materiallar esasynda şu aşakdaky himiki usullar ulanylýar:

1. Çökdürmek usuly- her hili reňkli çöküdini almak:

$CaCrO_4$ – ak,

$Fe_4[Fe(CN)_6]$ – gök,

CuS – gara,

HgI_2 – gyzyl we ş.m.

2. Gaz emele getirmek arkaly geçýän reaksiýalar:

$$NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_3\uparrow + H_2O$$

$$FeS + 2H^+ \rightarrow H_2S\uparrow + Fe^{++}$$

$$CaCO_3 + 2H^+ \rightarrow Ca^{++} + \uparrow CO_2 + H_2O.$$

3. Gowşak elektrolitleri emele getirmek arkaly geçýän reaksiýalar CH_3COOH, H_2F_2, NH_4OH, $HgCl$

4. Kislota-esas täsirleşme reaksiýalary.

5. Kompleks emele gelme reaksiýalary.

6. Okislenme-gaýtarylma reaksiýalary.

7. Ion çalyşma reaksiýalary.

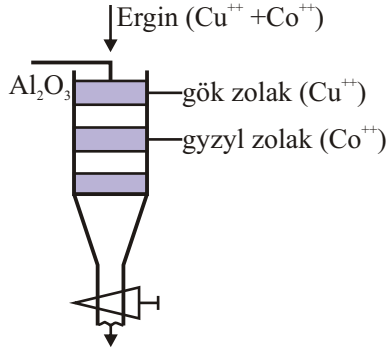
8. Katalitiki reaksiýalar.

Himiki usullardan başga-da birnäçe fiziki usullar hem ulanylýar:

1. Spektral hil analizi. Bu usulyň manysy kesgitlenýän maddanyň gyzdyrylanda bölünip çykýan (emissiýa) spektrlerini synlamakdan ybaratdyr.

2. Lýuminessensiýa (flýuoressensiýa) hil analizi. Bu usul ultramelewşe şöhleleriň täsirinden döreýän şöhlelenmäni ulanmaklyga esaslanýar.

3. Rentgenostruktura analizi. Bu usul rentgen şöhleleriniň kömegi bilen maddanyň strukturasyny we ondaky ionlaryň, molekulalaryň ýerleşmegini kesgitlemeklige esaslanýar.



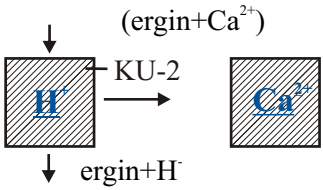
5-nji surat.
Sorbentiň işleýiş shemasy

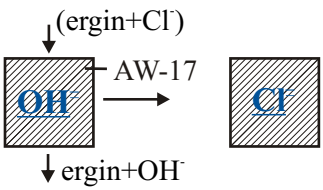
4. Mass-spektrometrik usuly. Bu usul kesgitlenýän maddanyň ionlaşan bölejikleriniň magnit meýdanynda olaryň massasynyň zarýadyna görä gatnaşygy boýunça sowulmasyny kesgitlemäge esaslanandyr.

5. Hromatografiki usul. Bu usul adsorbentiň üstünden ergin goýberilende adsorbent tarapyndan maddalaryň dürli hili ýuwdulmagyna esaslanýar. Her bir maddanyň öz adsorbsiýa edişme ukyby bolýar. Şonuň üçin bir madda gowy, beýleki bolsa gowşak ýa-da düýbden adsorbsiýa edilmeýär. Şeýlelikde, sorbentiň dürli derejesindüne gatlak emele gelýär *(5-nji surat)*.

Hromatografiýanyň görnüşleri köpdür: Kagyzdaky hromatografiýa, gaz-suwuk hromatografiýa, gaz hromatografiýa. Şolaryň biri hökmünde ionçalyşma hromatografiýasyny hem görkezmek bolýar. Ol adsorbentlere **ionitler** diýilýär. Bularda ergindäki ionlar bilen sorbentdäki ionlar arasynda ekwiwalent gatnaşykda ion çalşygy bolup geçýär.

Meselem:





Soňra şol ýuwudylan element başga bir elementiň ergini bilen ýuwlup çykarylýar we kesgitlenýär. Ionitleriň görnüşi giň-

dir. Olar organiki sintetiki maddalar we tebigy birleşmeler bolýarlar: KU-1, KU-2, KB-4, AW-17, SB-1, alýuminiý oksidi, kremniý oksidi. Reaksiýanyň özboluşlylygy we duýgurlylygy.

Özboluşlylygy ýa-da reaksiýanyň aýratynlygy diýlip beýleki ionlaryň bar bolmaklygyna garamazdan diňe kesgitlenýän ionlaryň käbir reaktiwleriň kömegi bilen açyp ýa-da kesgitläp bolmaklygyna aýdylýar.

Meselem: ammoniý rodonidi kobalta täsir etdirsek açyk gök reňkli birleşme, şol reaktiwe demriň erginini damdyrsak, gyzyl reňkli birleşmeler emele gelýärler (SCN^-).

Ýa-da öňki aýdyşymyz ýaly Ni^{++} ionyny dimetilglioksim bilen açyp bolýar.

Reaksiýanyň duýgurlygy diýip bir damja ergindäki (0,01–0,03ml) iki reaktiwiň kömegi bilen kesgitläp, tapyp boljak iň az mukdaryna aýdylýar. Reaksiýanyň duýgurlygy şu aşakdaky ululyklaryň kömegi bilen aňladylýar: açylýan minimum, minimal konsentrasiýa, predel gowşatmak. Açylýan minimum analiz edilýän madda, diňe gözlenilýän maddanyň iň az mukdaryny aňladýar. Ol gaty kiçi san bolup bilýär. 0,000001 g ýa-da 1 mkg. Bir damja ergindäki açylýan minimum 5 mkg deňdir. Minimal (predel) konsentrasiýa diýip şol reaktiw bilen açmak üçin mümkin bolan iň kiçi konsentrasiýa aýdylýar.

Predel gowşatmak diýlip şol minimal konsentrasiýany üpjün etmek üçin mümkin bolan iň kiçi gowşatma aýdylýar, meselem, 1 g K^+ 10000 ml erginde. Bularyň özara baglanyşygy şeýle aňladylýar.

$$V_{min} = \frac{n \cdot W_{pred}}{10^{-6}};$$

$$W_{pred} = \frac{C}{C_{min}} = \frac{V_{min} \cdot 10^6}{m};$$

$$C_{min} = \frac{1}{W_{pred}} = 1 : \frac{W_{min} \cdot 10^6}{m};$$

$$m = \frac{V_{min} \cdot 10^6}{W_{pred}} = C_{min} \cdot V_{min} \cdot 10^6.$$

Bu ýerde: m – açylýan minimum (mkg), C_{min} – minimal (predel) konsentrasiýa, W_{pred} – predel gowşatmak, V_{min} – minimal ergin (ml-de) – açylýan ionlary tapmak üçin talap edilýän göwrüm.

Mysal: $K_2Ag[Co(NO_2)_6]$ görnüşde K^+ ionyny tapmak üçin gerek bolan erginiň minimal göwrümini tapmaly (V_{min}). Açylýan minimum 1 mkg-a deňdir, predel gowşatma bolsa 50000-dir.

$$\text{Onda: } V_{min} = \frac{m \cdot W_{pred}}{10^6} = \frac{1 \cdot 50000}{10^6} = 0{,}05 \text{ ml.}$$

10. MUKDAR ANALIZI

Bilşimiz ýaly, hil analizi bölümde mukdar analizine degişli bolan käbir düşünjeleri beripdik. Şeýle hem tereziniň kömegi bilen käbir maddalaryň bellibir mukdaryny çekipdiňiz, göwrümleri ölçäpdiňiz, käbir çylşyrymly maddalaryň dargaýşyny görüpdiňiz. Görnüşi ýaly hil analizi mukdar analiziniň öňünden gelýär. Öz gezeginde mukdar analizi şu aşakdakylary amala aşyrmaga mümkinçilik berýär:

1. Maddanyň düzümini kesgitlemäge we onuň formulasyny tapmaga.
2. Barlanylýan nusgada ol ýa-da başga maddanyň mukdaryny kesgitlemäge.
3. Ähli ýa-da käbir elementleriň berlen maddadaky mukdaryny tapmaga.
4. Analizlenýän maddada esasy komponentleriň mukdaryny tapmaga (meselem sementde CaO, MgO, SiO_2 we başgalaryň mukdaryny).
5. Elementleriň ýa-da birleşmeleriň kesgitli formada bolýan görnüşiniň mukdaryny tapmaga, erginlerde demriň Fe^{++}, Fe^{+++} we başgalaryň görnüşlerini tapmaga.
6. Aýratyn arassa maddalarda käbir elementleriň garyndysyny tapmaga, ýagny metallarda, duzlarda, erginlerde, magdanlarda we başgalarda.
7. Käbir radikallaryň, funksional toparlaryň, organiki maddalaryň mukdaryny tapmaga.

8. Geterogen maddalaryň düzüminde käbir elementleriň şol maddanyň alnyşyna görä emele gelen mukdaryny kesgitlemäge.

Şeýlelik bilen, mukdar analizi-bu himiki, fiziki, fiziki-himiki usullaryň derňewleri arkaly analiz edilýän maddanyň nusgasynda bellibir takyklyk bilen kesgitlenilýän maddalaryň mukdaryny, konsentrasiýasyny anyklamaga mümkinçilik berýän usuldyr.

Mukdar analizi tehniki, önümçilik, ylym, ekologiki we başga köp sanly obýektleriň himiki düzümini, mukdaryny we beýleki tehnologiki prosesleri amala aşyrmak üçin uly ähmiýete eýedir.

Analizleri awtomatlaşdyrmak, eňilleşdirmek üçin bolsa, köplenç, fiziki-himiki inistrumental usullar ulanylýar. Bu usullar şol bir wagtyň özünde analizi çalt we köp mukdarda ýerine ýetirmäge mümkinçilik berýär.

Öz gezeginde mukdar analiziniň himiki usullary agram we göwrüm analizlerini öz içine alýar.

a) agram analizi-bu kesgitlenýän maddanyň ýa-da onuň düzüm böleginiň massasyny takyk ölçemeklige esaslanandyr. Bu maksat üçin adaty kesgitlenýän madda, meselem, çökdürmek we başga usullar arkaly jisimden bölünip çykarylýar. Onsoň şol çykarylan maddanyň agramyny jisimiň umumy agramyna gatnaşdyrýarlar we onuň, meselem, % mukdaryny tapýarlar.

Mysal: 0,50 g hek daşynda analiz arkaly 0,20 g CaO tapylypdyr. Diýmek, CaO mukdary şeýle bolýar:

$$\frac{0{,}20 \cdot 100}{0{,}50} = \frac{20}{0{,}50} = 40\ \%.$$

Hasaplamalar şeýle hem normal (N), molýar (M) we beýleki konsentrasiýalaryň üsti bilen aňladylyp bilner. Munuň üçin çekim “a” tehniki himiki terezilerde (0,01g takyklygy bilen) ýada has takyk analitiki terezilerde (0,0001g takyklygy bilen) çekilip alynýar. Agram analizi özüniň has takyklygy bilen beýlekilerden tapawutlanýar, sebäbi çekimi gaty ýokary takyklykda çekip almak mümkin.

b) göwrüm (titrimetrik analiz) - bu bellibir konsentrasiýaly erginiň beýleki düzümi kesgitlenýän maddanyň ergini bilen bo-

lan reaksiýasyna esaslanandyr. Sebäbi analiz edilýän maddanyň ergini standart erginiň kömegi bilen tapylýar. Bu usul, esasan ekwiwalentlik kanunyna esaslanandyr, ýagny A madda beýleki B madda bilen şeýle ekwiwalent ýagdaýda reagirleşýär:

$$E_A _____ E_B$$

$$d_A _____ d_B .$$

Onda

$$d_A = \frac{E_A \cdot d_B}{E_B} = \frac{E_A \cdot V_B \cdot T_B}{E_B}$$

$$d_A = \frac{E_A \cdot V_B \cdot T_B}{E_B} \cdot \frac{100}{d} .$$

Bu ýerde d_A - kesgitlenýän maddanyň agramy (g), V_B - titirlemäge sarp edilen B maddanyň ergininiň göwrümi (ml), T_B - şol erginiň titri (g/ml, mg/ml), E_A - A maddanyň g-ekwiwalenti, E_B - B maddanyň g-ekwiwalenti, a - analiz edilýän maddanyň çekimi (g).

Agram analizi bilen göwrüm analiziniň tapawutlary şulardan ybaratdyr: agram analizi-anyk çekilen agramdan, göwrüm analizi bolsa-anyk ölçenen göwrümden ybaratdyr. Agram analizi köp wagt talap edýär (birnäçe sagatlap we ondan-da köp). Göwrüm analizi birnäçe minutda tamamlanýar. Agram analizi klassiki usul hasaplanylýar we ýokary takyklygy bilen häsiýetlendirilýär. Onuň takyklygy 0,01-0,005 % bolýar. Göwrüm analizi beýle takyk däldir we onuň takyklygy 0,1-0,5 %. Adatça, çekim “a” > 0,05-0,1 g, göwrüm bolsa, U >1 ml möçberde 0,020, 0,025 *ml* takyklyk bilen alynýar.

Öňki aýdyşymyz ýaly mukdar analizinde uly ýa-da kiçi mukdarda çekim alnyp bilner. Şoňa görä-de mikro-, ýarymmikro- we makromukdar analizleri bardyr.

Mikro we ýarymmikro usulda analiz edilýän maddanyň mukdary 10 mg çemesi bolýar.

Köplenç, analiz edilýän nusga birnäçe maddalardan ybarat bolýar. Meselem, magdanlar her hilli elementleriň birleşmeleriniň garyndysydyr. Şol magdanda kesgitlenýän madda, adatça,

endigan ýerleşmeýär. Şonuň üçin bular ýaly gaty maddalardan ortaça nusgany almak üçin analiz edilýän maddany endigan garyşdyrmaly we bar bolan usullar arkaly orta nusgany almaly. Ýogsam alnan nusga kesgitlenýän madda boýunça ýa baý, ýa-da garyp bolmagy mümkin. Şeýle hem suwuk erginleriň orta nusgasyny almak üçin olary ilki oňat çaýkamak arkaly garyşdyrmaly. Şeýle edilmese analiziň ýoýulmagy mümkin. Analiziň takyklygyny, köplenç, absolýut ýa-da otnositel ýalňyşlyklaryň üsti bilen häsiýetlendirýärler. Adatça, analiz üçin alynýan çekimiň agramy näçe uly bolsa, onda analiziň takyklygy şonça ýokary bolýar.

Mysal: 0,0001 g takyklyk bilen analiz üçin agramlary 0,0200 g we 0,2000 g bolan iki sany çekimler alnan. Absolýut ýalňyş (ΔX_{abs}) iki ýagdaýda-da 0,0002 g. Onda olaryň otnositel ýalňyşlyklaryny kesgitlemeli:

$$\text{a)}\quad \Delta X_{otn} = \frac{\Delta X_{abs}}{a} \cdot 100 = \frac{0{,}002 \cdot 100}{0{,}02} = 1\%\,.$$

$$\text{b)}\quad \Delta X_{otn} = \frac{0{,}002 \cdot 100}{0{,}2} = 0{,}1\%\,.$$

Diýmek, 0,2000 g çekimiň analizi 0,0200 g çekimiň analizinden 10 esse takyk.

Ýalňyşlyklaryň döreýşine, görnüşlerine we olaryň hasaba alnyşyna soňra ýörite aýratyn serederis.

11. GÖWRÜM ANALIZI. NEÝTRALLAŞDYRMA USULY

Göwrüm analizinde erginlerde geçýän her hili reaksiýalar ulanylýar: neýtrallaşdyrma, çökdürme, kompleks emele getirme, okislenme-gaýtarylma we başgalar. Şu reaksiýalaryň hemmesinde esasy berjaý edilmeli şert-ol hem erginler hem-de olardaky maddalar öz aralarynda diňe ekwiwalent mukdarda reagirleşmeli. Başgaça aşakdaky gatnaşyk berjaý edilmeli:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{V_B}{V_A} \quad \text{ýa-da} \quad N_A \cdot V_A = N_B \cdot V_B.$$

Bu ýerde N_A; N_B - reagirleşýän A we B maddalaryň erginleriniň normal konsentrasiýalary, V_A; V_B - ekwiwalentlik nokadynda reagirleşýän A we B maddalarynyň sarp edilen göwrümleri.

Reaksiýanyň ahyrynda, ýagny ekwiwalentlik nokadynda reagirleşýän maddalaryň erginleriniň göwrümleri olaryň normallygyna ters proporsionaldyr. Şonuň üçin ýokarky aňlatma proporsionallyk düzgüni diýilýär. Normallyk (*N*) bu bolsa erginiň 1l-inde eredilen maddanyň gr-ekwiwalentiniň sanydyr. Dürli göwrümli erginler üçin aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$N = \frac{a}{E} \cdot \frac{1000}{V}.$$

Bu ýerde a - V(ml) göwrümli erginde eredilen maddanyň mukdary, E - şol maddanyň ekwiwalenti

Mysal: Egerde 7,1 g Na_2SO_4 eredilip, 500 ml ergin taýýar lanylan bolsa, onda şol erginiň normallygyny kesgitlemeli:

$$N = \frac{7{,}1 \cdot 1000}{71 \cdot 500} = 0{,}2.$$

Diýmek, berlen erginiň normallygy 0,2 N.

Neýtrallaşma usulyna kislotalaryň (HCl, H_2SO_4, CH_3COOH…), aşgarlaryň (NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$) kesgitlenişi degişlidir.

Şeýle bolansoň neýtrallaşma usulyna umuman kislota-esas titrleniş usuly hem diýilýär. Şonuň üçin, adatça, neýtrallaşma üýtgeşmesi H^+ we OH^- ionlarynyň arasynda geçip, suw emele gelmegi bilen neýtrallaşýar:

$$H^+ + OH^- = H_2O.$$

Reaksiýanyň gutarýan pursadyny, ýagny ekwiwalentlik nokadyny ýörite indikatorlaryň kömegi bilen kesgitleýärler.

Indikatorlar - bular ekwiwalent nokadyndan geçende reňkini üýtgedip bilýän maddalar. Olar titrlenýän ergine ýörite goşulýarlar. Şonuň üçin analiziň takyklygy köp halatda indikator-

laryň reaksion sredasynda özüni alyp barşyna köp derejede baglydyr. Şeýle bolansoň gerek bolan indikatorlary saýlamak iň bir wajyp talaplaryň biridir. Iň ideal ýagdaý-indikator özüniň reňkini göni ekwiwalent nokadynda üýtgedip bilmeli. Emma iş ýüzünde 0,1% töweregi mundan sowa düşmegi mümkin: ýagny ýa azrak ýa-da köpräk titrlemäge ergin gitmegi mümkin. Her bir maddanyň neýtrallaşma reaksiýasyna degişli bolan ekwiwalentlik nokady titrleme çyzyklary arkaly tapylýar. Şol nokatda, ýagny titrlemäniň böken ýerinde, bellibir pH-yň bahasy bolýar.

Köp esasly kislotalar güýçli aşgarlar bilen titrlenende birnäçe ekwiwalentlik nokatlary döreýär.

Meselem: H_3PO_4 kislotasy KOH ergini bilen titrlenen-de 2 ekwiwalent nokady, ýagny 2 titrlemek böküşi bolup geçýär:

1 - ekw. nokat ($\rightarrow KH_2PO_4$), pH = 4,5

2 - ekw. nokat ($\rightarrow K_2HPO_4$), pH = 9,2.

Diýmek, bu ýagdaýda uniwersal indikatorlar (iki reňkli indikatorlar) bilen titrlemeli.

Neýtrallaşma usullarynyň iň möhüm indikatorlary

Indikatoryň ady	**Her hili sredada indikatoryň reňki**		
	Turşy sreda	**Neýtral sreda**	**Aşgar sreda**
Metil-mämişi	Gyzyl pH<3,1	Mämişi 3,1<pH<4,4	Sary pH>4,4
Metil gyzyl	Gyzyl pH<4,2	Mämişi 4,2<pH<6,3	Sary pH>6,3
Fenolftaleýin	Reňksiz pH<8,0	Reňksiz 8,0<pH<9,8	Gyzyl pH>9,8
Lakmus	Gyzyl pH<5	Syýa reňkli 5<pH<8,8	Gök pH>8

Geliň indi neýtrallaşma usulyna degişli titrlemäniň käbir mysallaryna seredip geçeliň.

1. Goý, 25 ml 0,1 N NaOH erginini neýtrallaşdyrmak üçin, 0,2N HCl ergininiň gerek bolan göwrümini tapmaly bolsun.

$$N_{HCl} \cdot V_{HCl} = N_{NaOH} \cdot V_{NaOH}$$

$$V_{HCl} = \frac{N_{NaOH} \cdot V_{NaOH}}{N_{HCl}} = \frac{0,1 \cdot 25}{0,2} = 12,5 \text{ ml.}$$

2. 0,01 N HCl erginiň $[H^+]$- ny we pH-ny tapmaly:

$[H^+] = C_{HCl} = 0,01 = 10^{-2}$ g-ion/ℓ

$pH = -lg[H^+] = -lg10^{-2} = -(-2) = 2.$

3. 0,05 M HCl kislotasynyň $[H^+]$ -ny we pH -yny tapmaly:

$[H^+] = 0,05 = 5 \cdot 10^{2}$ g-ion/ℓ

$pH = -lg\ [H^+] = -\ lg\ 5 \cdot 10^{-2} = -lg5 + 2 = -0,7 + 2 = 1,3.$

4. 0,01M H_2SO_4 erginiň $[H^+]$ we pH-ny tapmaly:

$H_2SO_4 = 2H^+ + SO_4^{2-}$

0,01 2·0,01 0,01.

$[H^+] = 2 \cdot 0,01 = 2 \cdot 10^{-2}$ g-ion\ℓ

$pH = -lg\ [H^+] = -lg\ 2 \cdot 10^{-2} = -0,3+2 = 1,7.$

12. TAKYK KONSENTRASIÝALY ERGINLERI TAÝÝARLAMAKLYGYŇ HASAPLAMALARY

Neýtrallaşma usulynda titrleme çyzyklarynyň tapylyşy.

Aýdaly NaOH ergini H_2SO_4 bilen titrlenýän bolsun. Onda H_2SO_4 erginine işçi ergin diýilýär. Goý, onuň titri T = 0,009810 g/ml. NaOH erginini titrlemäge 21,05 ml H_2SO_4 gidipdir.

Çözülişi:

$$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

98,08 80,00

$$g_{H_2SO_4} = T_B \cdot V_B = 0,009810 \cdot 21,05 = 0,2065 \text{ g.}$$

Reaksiýa boýunça, ýagny stehiometriýa boýunça bolsa H_2SO_4 aşgar NaOH bilen aşakdaky gatnaşykda reagirleşýär:

98,08 g H_2SO_4 _____80,00 g NaOH

0,2065 g H_2SO_4 _____ x_2 NaOH.

$$x = \frac{80,00}{98,08} \cdot 0,2065 = 0,1685 \text{ g NaOH .}$$

Diýmek, $g_{NaOH} = 0,1685$ g.

Şu ululygy başgaça normallygyň (N) üsti bilen hem tapyp bolýar:

5*

$$T_B = \frac{N_B \cdot E_B}{1000};\ \text{g-ekw}/\ell.$$

$$N_B = \frac{T_B \cdot 1000}{E_B} = \frac{0{,}009810 \cdot 10000}{\frac{98{,}08}{2}} = 0{,}2020\ \text{g-ekw}/\ \ell.$$

Onda:

$$d_{A(NaOH)} = \frac{N_B \cdot V_B \cdot E_A}{1000} = \frac{0{,}2020 \cdot 40 \cdot 21{,}05}{1000} = 0{,}1685\ \text{g}.$$

Ýagny $g_{NaOH} = 0{,}1685$g.

Eger-de g_{NaOH}- 0,1585 g alikwot göwrümde, meselem 10 ml-de bolsa, onda onuň 1 litrinde:

$$g_{NaOH} = 0{,}1685 \cdot \frac{1000}{10} = 16{,}85\ \text{g}.$$

D maddanyň mukdaryny kesgitlenýän maddanyň titriniň üsti bilen tapylyşy:

$$T_{B/A}: \frac{N_A E_A}{1000}\ \text{ýa -da}\ T_{B/A} = T_B \cdot \frac{E_A}{E_B}.$$

Onda

$$g_{NaOH} = V_B T_B \frac{E_A}{E_B} = 21{,}05 \cdot 0{,}009810 \cdot \frac{40}{49{,}04} =$$

$$= 21{,}05 \cdot 0{,}00800 = 0{,}1685\ g$$

$$d_{NaOH} = 0{,}1685\ \text{g}.$$

Diýmek, titrimetrik hasaplamalary dürli ýollar we formulalar arkaly amala aşyryp bolýar.

Neýtrallaşma usulynda titrleme çyzyklarynyň gurluşy.

Goý, 15 ml 0,0875 n NaOH ergini 0,1 n HCl - ergini bilen titrlenýär diýeliň. Şonda titrlenýän NaOH ergininde pH-yň guýlan HCl ergininiň göwrümine görä üýtgeýänini yzarlalyň:

1. 15 ml 0,0875 n NaOH erginiň HCl guýulmazdan öňki pH-y:

$[OH^-] = [NaOH] = 0{,}0875 = 8{,}75 \cdot 10^{-2}$ g-ion/ℓ
$pOH = \lg 8{,}75 \cdot 10^{-2} = -[-2 + 0{,}942] = 1{,}06$
$pH = 14 - 1{,}06 = 12{,}94.$

2. 10 ml 0,1 n HCl guýlandan soň:

$$[OH] = \frac{m_{NaOH} - m_{HCl}}{V_{NaOH} + V_{HCl}} = \frac{V_{NaOH} \cdot N_{NaOH} - V_{HCl} \cdot N_{HCl}}{15 + 10} =$$

$$= \frac{15 \cdot 0{,}0875 - 10 \cdot 0{,}1}{25} = 0{,}01 \text{ g-ion/ℓ}.$$

$pOH = -\lg[OH] = -\lg 10^{-2} = 2$
$pH = 14 - 2 = 12.$

3. V_{ekw}^{HCl} kesgitläliň:

$$V_{ekw}^{HCl} = \frac{V_{NaOH} \cdot V_{NaCl}}{V_{HCl}} = \frac{0{,}0875 \cdot 15}{0{,}1} = 13{,}125 \text{ ml}.$$

Diýmek, HCℓ-yň ekwiwalent gowrümi 13,125 ml.

4. 13 ml 0,1 n HCℓ guýlan bolsa,

$$[OH^-] = \frac{15 \cdot 0{,}0875 - 13{,}01}{15 + 13} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ g-ion/ℓ}.$$

$pOH = -\lg 4 \cdot 10^{-4} = 3{,}4$
$pH = 14 - 3{,}4 = 10{,}6.$

5. 13,125 ml 0,1n HCl, ýagny ekwiwalent göwrüm guýlan bolsun.

Onda $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ g-ion/ℓ
$pH = -\lg 10^{-7} = 7.$

6. 13,2 ml 0,1n HCℓ guýlan bolsun

$$\Delta V_{artykmaç}^{HCl} = V_{prakt}^{HCl} - V_{ekw}^{HCl} = 13{,}2 - 13{,}125 = 0{,}075 \text{ ml}.$$

$$[H^+] = \frac{V_{HCl} \cdot N_{HCl}}{V_{NaOH} + N_{HCl}} = \frac{0{,}075 \cdot 0{,}1}{15 + 13{,}2} = 2{,}7 \cdot 10^{-4} \text{ g-ion/ℓ}.$$

$pH = -\lg 2{,}7 \cdot 10^{-4} = 3{,}57$
$pH = 3{,}57.$

7. 14 ml 0,1n HCl guýlan bolsun.

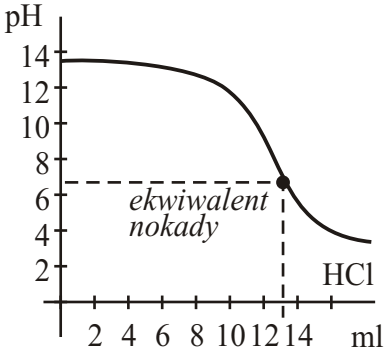
$$[H^+] = \frac{(14 - 13{,}125) \cdot 0{,}1}{15 + 14} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ g-ion /ℓ}.$$

$pH = -\lg 3 \cdot 10^{-3} = 3-0,47 = 2,53$
$pH = 2,53.$

Indi şu alnan bahalary tablisa görnüşinde aşakdaky ýaly aňladalyň:

$V_{HCl,ml}$	0,00	10,0	13,00	13,125	13,20	14
pH	2,94	12,00	10,6	7	3,57	2,53

Şu bahalary grafiki görnüşde aňlatsak, aşakdaky çyzgyny alýarys we oňa titrleme çyzygy diýilýär *(6-njy surat)*.



6-njy surat.
Titrleme çyzgysynyň grafigi

Titrleme çyzygy boýunça aşakdaky netijeleri çykaryp bolýar:

1. Güýçli kislotanyň ergini güýçli esas bilen titrlenende iň uly titrleme böküşi üpjün edilýär;
2. Titrantyň soňky damjasy pH-y 6 birlik üýtgedýär;
3. Titrleme böküşi näçe uly bolsa ergini şonça takyk titrläp bolýar;
4. Başdaky ergini konsentrasiýasy näze ýokary bolsa, böküş şonça-da uly bolýar;
5. Böküş näçe uly bolsa, şonça köp sanly indikator ulanyp bolýar;
6. HCl + NaOH ýagdaýynda ekwiwalent nokady neýtrallyk çyzygy bilen gabat gelýär;
7. CH_3COOH + NaOH ýagdaýynda ekwiwalent nokady neýtrallyk çyzygy bilen gabat gelmeýär. Ol aşgar sredada ýerleşýär;
8. NH_4OH + HCl ýagdaýynda ekwiwalent nokady turşy sredada ýerleşýär.

13. OKISLENME-GAÝTARYLMA USULLARY

Mukdar analizinde okislenme-gaýtarylma usullarynyň esasy bolup okislenme-gaýtarylma reaksiýalary hyzmat edýär. Bulara başgaça redoks-usullary hem diýilýär.

Ýagny iňlis dilinde: *reduction* - gaýtarylma, *oxidation*-okislenme. Şeýle hem bu usullara mukdar analizinde oksidimetrik usuly hem diýilýär.

Mukdar analizinde ulanylýan käbir güýçli okislendirijiler we gaýtaryjylar.

okislendirijiler: $KMnO_4$; $K_2Cr_2O_7$; J_2; KJO_4; PbO_2; H_2O_2 we başgalar.

gaýtaryjylar: H_2O_2; $FeSO_4$; $SnCl_2$; CuCl; $Na_2S_2O_3$ we başgalar.

Bu ulanylýan okislenme-gaýtarylma reaksiýalarynyň köpüsiniň mysallary bilen hil analizinde tanşypdyňyz. Bu reaksiýalar, esasan, elektronlaryň berilmegi bilen amala aşýar:

a) $Mn^{7+}O_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ - permanganatometriýa;

b) $Cr_2O_7^- + 6e + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ - hromatometriýa;

ç) $2S_2O_3^{--} - 2e \rightarrow S_4O_6^-$

$I_2 + 2e \rightarrow 2I^-$ - ýodometriýa.

Emma, bu görkezilen reaksiýalardan başga-da mukdar analizinde beýleki şertler hem berjaý edilmeli:

1. Reaksiýanyň tizligi $5 \div 10$ minut bolmaly;
2. Önümiň çykymy $\sim 100\%$;
3. Reaksiýa berlen ugra doly geçmeli;
4. Okislenme we gaýtarylma derejeleriniň gatnaşygy $> 0,1$;
5. Reaksiýanyň pH baglylygy berlen derejä çenli bolmaly;
6. Temperatura dolandyryp bolýan derejede bolmaly ($25 \div 80^0C$);
7. Aýdyň daşary effekt bolmaly.

Reaksiýanyň real potensialyny (E^x) yzarlamak arkaly okislenme-gaýtarylma reaksiýasynyň geçirilip, ugruny üýtgetmekligiň amala aşjakdygyny subut edip bolýar. E^x hasaplamak üçin Nernstiň formulasy ulanylýar:

$$E^x = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[okisl]^a [H^+]^m}{[gayt]^b}.$$

Deňagramlylyk konsentrasiýasyny aktiwlik bilen çalşyrsak, şu aşakdakyny alýarys:

$$E^{x} = E^{0} + \frac{0,059}{n} \lg \frac{a^{a}_{okisl} \cdot a^{m}_{H^{+}}}{a^{b}_{gayt}} .$$

Bu ýerde [okisl]: a_{okisl} -okislenen formasynyň konsentrasiýasy ýa-da aktiwligi, [gaýt]: $a_{gaýt}$-gaýtarylan formasynyň konsentrasiýasy ýa-da aktiwligi, [H^{+}]: a_{H+} - wodorod ionlarynyň konsentrasiýasy ýa-da aktiwligi. a, b, m - reaksiýanyň deňlemesindäki okislenen, gaýtarylan we H^{+} ionlarynyň koeffisiýentleri

Diýmek, konsentrasiýany (aktiwligi) üýtgetmek arkaly okislenme-gaýtarylma potensialyny üýtgedip bolýar. Eger-de reaksiýa gatnaşýan hemme maddalaryň aktiwligi bire (1) deň bolsa, onda sistemanyň potensialy standart normal potensiala (E^{0}) deňdir, ýagny $E^{x} = E^{0}$ (sebäbi lg 1= 0).

Şonuň üçin, okislenme-gaýtarylma reaksiýalarynda önümleriň çykymy birnäçe faktorlara baglydyr: EHG (E^{x}), pH, $K_{okisl/gaýt}$ we başgalara.

1-nji mysal. $MnO_4^{-}+5Fe^{++}+8H^{+} \rightarrow Mn^{++}+5Fe^{+++}+4H_2O$ reaksiýasynyň geçişiniň dolulygyny kesgitlemeli. Munuň üçin onuň deňagramlylyk konstantasynyň bahasyny tapýarys:

$$K_{MnO_2^{-}/Fe^{++}} = \frac{[Mn^{++}]\,[Fe^{++}]^{5}}{[MnO_4^{-}]\,[H^{+}]^{8}[Fe^{++}]^{5}} = 10^{63} .$$

Diýmek, reaksiýa doly geçýär.

2-nji mysal. Aşakdaky reaksiýanyň EHG, E_{okisl} ululyklaryny tapmaly.

$$Cr_2(SO_4)_3+2KMnO_4+8KOH=2K_2CrO_4+\underset{\text{goňur çöküdi}}{\downarrow 2MnO_2}+3K_2SO_4+4H_2O$$

a) $MnO_4^{-}+4H^{+}+3e \rightarrow MnO_2+2H_2O$

$$E_{KMnO_4} = \frac{M_{KMnO_4}}{3} = \frac{153}{3} = 52,6$$

b) $E_1^{0}=+1,69$ w; $MnO_4^{-}+3e+2H_2O \rightarrow MnO_2+4OH^{-}$

$E_2^{0}=-0,13$ w; $CrO_4^{--}+3e+4H_2O \rightarrow Cr(OH)_3+5OH^{-}$

EHG= $E_1^{0}- E_2^{0}$=1,69-(-0,13)=1,82 w.

3-nji mysal. Aşakdaky reaksiyalaryň çykymyny hem-de konstantasyny tapmaly:

$$Sn+Pb(CH_3COO)_2 \rightleftarrows Pb+Sn(CH_3COOH)_2 .$$

Eger $E^0_{Pb^{2+}/Pb} = -0{,}126$ w

$E^0_{Sn^{2+}/Sn^-} = -0{,}136$ w

$$K = \frac{(E_1^0 - E_2^0)\cdot n}{0{,}059} = \frac{[-0{,}126-(-0{,}136)]\cdot 2}{0{,}059} = \frac{0{,}02}{0{,}059} = 0{,}345$$

$$K = \frac{C_{Sn^{2+}}}{C_{Pb^{2+}}} = 10^{0{,}345} = 2{,}21.$$

Ýagny 2,21 g ion Sn^{2+} 1 g ion Pb^{++} degişli bolyar. Jemi bolsa: 3,21 g-mol/ ℓ .

Ýa-da 3,21 - 2,21 g – ion Sn^{2+}

100 - x g – ion Sn^{2+}

$$x = g^{Sn^{2+}}_{prakt} = \frac{100\cdot 2{,}21}{3{,}21} = 69\% .$$

Diýmek, bu reaksiya ahyryna çenli gidenok .Şonun üçin ony mukdar analiziniň deregine ulanyp bolmaýar.

4-nji mysal. Takmynan, 0,1n $Na_2S_2O_3$ ergininiň takyk normallygyny tapmak uçun $K_2Cr_2O_7$ maddasynyň näçe çekimini almaly. Kolbanyň göwrümi 200 ml, pipetkanyň göwrümi 10 ml, $Na_2S_2O_3$ ergininiň harç bolmaly göwrümi 25ml.

$$E_{K_2Cr_2O_7} = \frac{M}{6} = \frac{294}{6} = 49$$

sebäbi $Cr_2O_7^{2-} + 6e + 14H^+ = 2Cr^{+3} + 7H_2O$

$$g_{teor} = \frac{N_b\cdot V_b\cdot E_{K_2Cr_2O_7}}{1000\cdot V_a} = \frac{0{,}1\cdot 25\cdot 49\cdot 200}{1000\cdot 10} = 2{,}45 .$$

Diýmek, onuň agramy 2,45 g $K_2Cr_2O_7$.

14. PERMANGANATOMETRIÝA USULY

Permanganatometriýa usulynda esasy ulanylýan madda bolup kaliniň permanganaty $KMnO_4$ hyzmat edýär. Usulyň esasynda şu reaksiýa ýatýar:

$$MnO_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow Mn^{++} + 4H_2O\ .$$

Onda Nernstiň formulasy boýunça:

$$E^*_{MnO_4^- / Mn^{++}} = E^0_{MnO_4^- / Mn^{++}} + \frac{0,059}{5} \lg \frac{[MnO_4^-]\ [H^+]^8}{[Mn^{++}]}$$

$$E^0_{MnO_4^- / Mn^{++}} = +1,52\ w.$$

Nernstiň formulasyndan görnüşine görä E^x- bahasyna $[H^+]$ güýçli täsir edýär. Meselem, gowşak aşgar sredada titrlense, aşakdaky reaksiýa bolup geçýär:

$$MnO_4^- + 3e + 2HOH \rightarrow MnO_2 + 4OH^-.$$

$$E^x = E^x_{MnO_4^- / MnO_2} = E^0_{MnO_4^- / MnO_2} + \frac{0,059}{3} \lg \frac{[MnO_4^-]}{[MnO_2][OH^-]^4}$$

$$E^0_{MnO_4^- / MnO_2} = +0,57\ w.$$

Şeýlelikde, $E^0_{MnO_4^- / MnO_2}$ bahasy $[H^+]$ we $[OH^-]$ ululyklaryna, ýagny pH ululyga güýçli baglydyr.

Turşy sredada permanganat bilen titrlemek üçin şawel kislotasy $H_2C_2O_4$, wodorodyň peroksidi H_2O_2, kükürtli kislota H_2SO_3, azotly kislota HNO_2 we beýlekiler ulanylýar. Bu usulda ýörite reňkli indikatorlar ulanmak zerurlygy ýok. Sebäbi ekwiwalent nokadynda artyk damdyrylan 1 damja ergini al-gyzyl reňke öwürýär. Meselem, şawel kislotasy ulanylanda şu aşakdaky reaksiýa bolup geçýär:

$$5H_2C_2O_4 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O + 10CO_2\uparrow.$$

ýa-da ion formada

$$5C_2O_4^{--} + 2MnO_4^- + 16H^+ = \uparrow 10CO_2 + 2Mn^{++} + 8H_2O$$

5 | $E_1^0 = -0,49$ w; $C_2O_4^{--} - 2e \rightarrow 2CO_2$

2 | $E_2^0 = +1,52$ w; $MnO_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow Mn^{++} + 4H_2O$.

Titrlemek prosesinde deňagramlylyk emele gelýär. Onuň konstantasy deňdir:

$$K_{okisl/gaýt} = \frac{[CO^2]^{10}\,[Mn^{++}]^2}{[C_2O_4^{--}]^5\,[MnO_4^-]^2\,[H^+]^{16}} = 10^{340}\,.$$

Diýmek, bu reaksiýanyň çykymy 100 % diýen ýaly, sebäbi ägirt uly baha bolan $K = 10^{340}$ göni reaksiýanyň doly geçýänligine şaýatlyk edýär.

Görkezilen reaksiýada

$$\text{g-ekw } KMnO_4 = \frac{M_{massa}}{5} = \frac{158{,}04}{5} = 31{,}89.$$

Ergin taýýarlamak üçin gerek bolan $KMnO_4$ maddasynyň çekimi 0,01g takyklykda aşakdaky formula boýunça tapylyp bilner:

$$D_{teor} = \frac{N \cdot E \cdot V}{1000}\,.$$

Bu çekimi berlen göwrümde haýal eretmeli we 7-8 günläp garaňky gapda saklamaly (ýa-da gara kagyz bilen dolamaly). Soňra alnan erginiň has takyk konsentrasiýasyny gutarnykly kesgitlemek üçin ol başga bir standart erginiň üsti bilen titrlenýär. Ol ergine dikeldiji ergin diýilýär. Dikeldiji madda hökmünde $H_2C_2O_4$; $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$; $Na_2C_2O_4$ we başgalar ulanylýar.

Bulardan iň amatlysy $H_2C_2O_4$. Sebäbi bu kislota suwda oňat ereýär we $KMnO_4$ bilen ýeňil titrlenýär.

Titrlemäni şu aşakdaky usullar bilen amala aşyryp bolýar:

1) göni titrleme;
2) yzyna titrleme;
3) gytaklaýyn titrleme.

Göni titrleme käbir ýeňil okislenýän gaýtaryjylary kesgitlemek üçin ulanylýar. Yzyna titrleme bolsa haýal okislenýän gaýtaryjylary kesgitlemek üçin ulanylýar. Eger-de şu usullaryň ikisi-de ulanylyp bilinmese, onda gytaklaýyn usul ulanylýar.

Yzyna titrleme usulynda kesgitlenýän maddanyň erginine permanganatyň belli konsentrasiýaly we göwrümli ergini gereginden artyk guýulýar. Reaksiýa geçip gutarandan soň bolsa, permanganatyň reaksiýadan artyp galan mukdaryny şawel kislotasynyň ergini bilen yzyna titrleýärler. Hasaplamalar bolsa şeýle geçirilýär:

$$V_{KMnO_4} = V'_{KMnO_4} - V_{H_2C_2O_4}.$$

Bu ýerde: V'_{KMnO_4} - $KMnO_4$ ergini̇ň başdaky göwrümi (ml), $V_{H_2C_2O_4}$ - yzyna titrlemek üçin giden $H_2C_2O_4$ (şol bir konsentrasiýaly) ergini̇ň göwrümi (ml).

V_{KMnO_4} - kesgitlenýän maddanyň erginini titrlemäge giden $KMnO_4$ ergininiň göwrümi (ml).

Gytaklaýyn usulynda käbir metallar, meselem kümüş, permanganat bilen göni ýa-da yzyna titrlenip bilinmeýär. Şonuň üçin ol ilki üç walentli Fe^{3+} bilen okislendirilýär:

$$Ag + Fe^{3+} \rightarrow Ag^{+} + Fe^{2+}.$$

Şunlukda, Ag metalyna görä ekwiwalent mukdarda bölünip çykýan Fe^{2+} ionlaryny soňra permanganat bilen titrleýärler we şonuň üsti bilen Ag metalyny tapýarlar.

15. ÝODOMETRIÝA USULY

Göwrüm analiziniň ýodometriki usuly okislenme-gaýtarylma proseslerini̇ň üsti bilen elementar ýoduň ýod-ionyna öwrülmegine esaslanandyr (ýa-da tersine).

$$I_2 + 2e \rightarrow 2I^-$$

$$E^0_{J_2/2J^-} = +0{,}54\,w.$$

Şonuň üçin I^- iony has güýçli gaýtaryjydyr. Bu babatda ol Cr^{+++}, Mn^{++} ionlaryndan hem güýçlüdir. Şeýle bolansoň I_2 okislendiriji. I^- bolsa gaýtaryjy hökmünde ulanylýar.

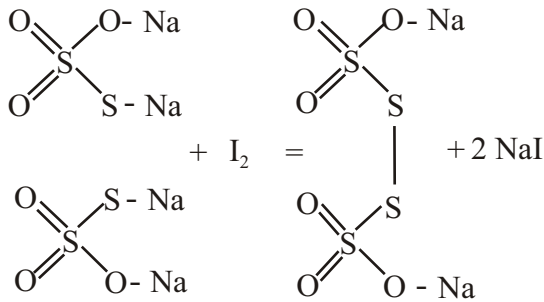
Ýodometriýada I_2 -niň gaýtaryjysy hökmünde, köplenç, natriý tiosulfaty ($Na_2S_2O_3$) ulanylýar:

$$2S_2O_3^{--} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{--} + 2I^-$$

ýa-da

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 = Na_2S_4O_6 + 2NaI$$

Struktura görnüşde



2 molekula 1 molekula natriniň tetrationaty

Tiosulfatyň ekwiwalenti

$E = M \cdot m \quad Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O = 248,2$

(kristallogidrat duzy)

Beýleki okislenme-gaýtarylma reaksiýalarynda tiosulfatyň ekwiwalenti aşakdaky ýaly kesgitlenilýär.

$$S_2O_3^{2-} + 4Cl_2 + 5H_2O \xrightarrow{8e} 2SO_4^{2-} + 8Cl^- + 10H^+ .$$

Bu ýerde tiosulfatyň molekulasy 8 elektron berýär. Şonuň üçin onuň ekwiwalenti deňdir:

$$Э_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O} = \frac{M_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O}}{8} = \frac{248,2}{8} = 31,02.$$

Onuň aşgar sredada permanganat iony bilen geçýän reaksiýasynda hem ol şeýledir:

$$3S_2O_3^{2-} + 8MnO_4^- + H_2O \rightarrow 6SO_4^{2-} + 8MnO_2 + 2OH^- .$$

Ýoduň, ýagny I_2 ekwiwalenti bolsa $E_{12} = 126,9$ -a deňdir, sebäbi onuň her atomy I^- iona öwrülmek üçin 1 elektrony kabul edýär.

Ýodometriýada indikator hökmünde krahmal ulanylýar. Ekwiwalent nokadyna ýetensoň artykmaç bir damja I_2 ergine ýitip gitmeýän gök reňk berýär. Ýodometriýa usuly arkaly SO_3^{2-} iony hem kesgitläp bolýar:

$$SO_3^{2-} + I_2 + H_2O = SO_4^{2-} + 2I^- + 2H^+.$$

Eger-de I^--iony bilen titrlemeli bolsa onda gytaklaýyn usul ulanylýar. Meselem, KI ergini bilen titrlense ilki I^--ionyndan I_2 alynýar, soňra I_2 öňki ýaly tiosulfat bilen titrlenýär:

a) $KI + 2H_2SO_4 + V_{ergin} \rightarrow I_2$.

b) $I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$.

Ýod E^0 potensialy özüniňkiden kiçi bolan ähli gaýtaryjylary okislendirýär. Olar: SO_3^{2-}; $S_2O_3^{2-}$; S^{2-}; CN^-; HCHO; SCN^-; N_2H_4; AsO_3^{2-}; Cr^{3+} we başgalar. Kristal ýod suwda az ereýär. Şonuň üçin standart ergin hökmünde onuň KI -daky ergini ulanylýar.

Şonda şeýle ýagdaý bolup geçýär:

$$I_2 + I^- \rightleftarrows [I_3]^-; \quad (E^0_{[I_3]^-/3I^-} = 0{,}5355\ w)$$

$$\text{ýagny} \quad E^0_{I_2/2I^-} \approx E^0_{[I_3]^-}.$$

Ýodometriýa usulynda hem titrlemäniň göni, yzyna we gytaklaýyn usullary ulanylýar.

Göni titrleme. Bu usul arkaly aňsat titrlenýän maddalary ýod bilen gös-göni titrleýärler. Meselem: sulfidleri, sulfitleri, tiosulfatlary we beýlekileri. Bularyň $\Sigma^0 << E^0_{I_2/3I^-}$ meselem, gowşak aşgar ergininde ýod sianidleri şeýle okislendirýär:

$$CN^- + I_2 \rightarrow ICN + I^-.$$

Yzyna titrleme usullary. Bu usul normal E^0 potensialy $E^0_{I_2/2I^-}$ potensialyna ýakyn bolan maddalary kesgitlemek üçin ulanylýar (ýagny $E^0 \approx E^0_{I_2/2I^-}$ bolan ýagdaýynda).

Meselem:

Madda+I_2(artykmaç)=Madda+$2I^-$+I_2 (artykmaç)

I_2 (artykmajy)+tiosulfat = $2I^-$+$S_4O_6^{2-}$.

Gytaklaýyn usuly. Bu usul haçanda kesgitlenilýän maddanyň E^0 potensialy $E^0_{I_2/2I^-}$ potensialyndan uly bolanda ulanylýar

(ýagny $E^0 > E^0_{I_2/2I^-}$ bolanda). Bu usulda I^- ion bilen käbir maddalary okislendirýärler we soňra emele gelýän I_2 maddasyny tiosulfat bilen titrleýärler:

$$\text{madda} + 2I^- \rightarrow \text{madda} + I_2^0$$

$$I_2 + \text{tiosulfat} \rightarrow 2I + S_4O_6^{2-}.$$

Tiosulfatyň standart, ergininiň taýýarlanylyşy.

Adatça, 0,1n ýa-da 0,05n $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ergini taýýarlanylýar. Munuň üçin 0,1 ýa-da 0,5 g–ekw maddany eredýärler we göwrümi 1litre ýetirýärler.

Öňki aýdyşymyz ýaly tiosulfatyň gr-ekw. hemişelik ululyk däldir we ol onuň gatnaşýan reaksiýasyna bagly bolýar. Biziň şertimizde, ýagny ýod bilen reaksiýa geçende onuň gr-ekw. şuňa deňdir:

$$2S_2O_3^{2-} + I_2 \xrightarrow{2e} S_4O_6^{2-} + 2I.$$

Ýagny 1 mol $S_2O_3^{2-}$ 1 atom I bilen birleşýär, ýa-da 2:2. Şonuň üçin onuň ekwiwalenti:

$$E_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O} = M_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O} = 248,19.$$

Diýmek 1*l* 0,1n taýýarlamak üçin 0,1·248,19 = 24,819 g. $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ almaly we 1*l*-e çenli göwrümde eretmeli.

$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ maddasy kristallogidrat suwuny aňsatlyk bilen ýitirýär. Şonuň üçin çekimiň üsti bilen onuň takyk konsentrasiýaly erginini taýýarlamak kyn. Şeýle bolansoň ýokarky ergini taýýarlamak üçin 25 g töweregi $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ täze gaýnadylyp sowadylan distillirlenen suwda eredýärler.

Gaýnadylmagynyň sebäbi, suwdaky CO_2 gazyny kowýarlar, ýogsam ol erginiň titrini üýtgetmegi mümkin. Tiosulfatyň taýýarlanan erginine 0,1 g töweregi Na_2CO_3 goşýarlar, çünki ol CO_2 gazyny baglaşdyrýar:

$$CO_3^{2-} + CO_2 + H_2O \rightarrow 2HCO_3^-.$$

$Na_2S_2O_3$ maddasynyň standart erginini CO_2-den goramak maksady bilen ony garaňky we dykyly gapda saklaýarlar. Ol dy-

ky natron hekli hlor-kalsili trubka bilen üpjün edilen bolmaly. Ergini̇ň titri kesgitlenmezden öň 1-2 gün durmaly. Sebäbi onuň titriniň CO_2 -niň ýa-da kislorodyň täsiri astynda azda-kände üýtgemegi mümkin:

$$Na_2S_2O_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow NaHCO_3 + NaHSO_3 + S$$
$$2Na_2S_2O_3 + O_2 \rightarrow 2Na_2SO_4 + 2S.$$

Dogry taýýarlanan we oňat garylyp saklanan tiosulfatyň ergini 2-3 aýlap öz titrini üýtgetmezligi mümkin.

Tiosulfatyň dikeldiji ergini hökmünde aşakdaky usul ulanylýar. Turşy sredada käliý bihromatynyň kaliý ýodidy bilen reaksiýasy netijesinde ekwiwalent mukdarda bölünip çykýan ýody tiosulfat bilen titrleýärler:

$$K_2Cr_2O_7 + 6KI + 7H_2SO_4 \rightarrow 4K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + +3I_2 + 7H_2O$$
$$3I_2 + 6Na_2S_2O_3 \rightarrow 6NaI + 3Na_2S_4O_6 .$$

Şol bölünip çykýan ýody titrlemäge giden tiosulfatyň mukdary boýunça onuň titrini we normallygyny tapýarlar.

$$n_{K_2Cr_2O_7} = n_{I_2} = n_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O}$$

$$n_{I_2} = \frac{N_{I_2} \cdot V_{I_2}}{1000}$$

$$n_{K_2Cr_2O_7} = \frac{N_{K_2Cr_2O_7} \cdot V_{K_2Cr_2O_7}}{1000}$$

$$n_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O} = \frac{N_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O} \cdot V_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O}}{1000}$$

$$Э_{K_2Cr_2O_7} = \frac{M \cdot m}{6} = \frac{294}{6} = 49 .$$

Bu usulyň amatlydygynyň sebäbi kaliý bihromatyny arassa halda almak aňsat, ergini durnukly, titri köp wagtlap üýtgemän saklanýar, gigroskopik däl we başgalar.

Ýoduň standart (titrlenen) ergini taýýarlamak we onuň titrini tapmak

Ýod suwda az ereýär (100 gr suwda 0,028 g ýod ereýär). Emma ol KI ergininde oňat ereýär we $K[I_3]$ kompleksini emele getirýär ($I_2+KI=K[I_3]$). Bu ýerde kompleks ion $[I_3]$ özüni güýçli okislendiriji hökmünde alyp barýar. Şonuň üçin ýoduň çekimini KI maddasynyň konsentrirlenen ergininde eredýärler. Ýoduň çekimini, meselem 500 ml 0,1n ergini taýýarlanýan bolsa, şeýle tapýarlar:

$$g_{I_2} = \frac{E_I \cdot N \cdot V}{1000} = \frac{126,9 \cdot 0,1 \cdot 500}{1000} = \frac{12,69}{2} = 6,75 \text{ g.}$$

Stakana 5-10 gr kristal KJ salýarlar we 10-20 ml distillirlenen suw goşýarlar. Soňra 6-7 gr kristal I_2 çekip alýarlar we şol stakana salýarlar. Soňra çaýkaýarlar, eredýärler, 500 ml göwrümli kolba geçirýärler, göwrüminiň üstüni ýetirýärler we çaýkaýarlar. Taýýar bolan ergini mämişi aýnadan edilen gaba geçirýärler.

Hasaplamalaryň mysallary

1. Eger-de titrlenmesine 20 ml 0,1040 n $Na_2S_2O_3$ giden bolsa analiz edilýän erginde näçe milligram ýod bar?

Çözülişi:

$$N_I = V \cdot N = 20 \cdot 0,1040 = 2,08 \text{ mg-ekw}$$

$$g_I = N \cdot A_I = 2,08 \cdot 127 = 264 \text{ mg } I_2 .$$

2. 20 ml ýoduň erginini titrlemäge 21,35 ml 0,1135 n $Na_2S_2O_3$ ergini giden bolsa tapmaly:

a) ýod ergininiň normallygyny;

b) ýoduň titrini.

Çözülişi:

a) $N_I = N_{Na_2S_2O_3} \cdot \frac{V_{Na_2S_2O_3}}{V_I} = 0,1135 \frac{21,35}{20,00} = 0,1212 \text{ g-ekw}/\ell.$

b) $T_I = \frac{A_I \cdot N_I}{1000} = \frac{127 \cdot 0{,}1212}{1000} = 0{,}127 \cdot 0{,}1212 = 0{,}015338$ g/ml.

Özünde H_2SO_4 saklaýan KI erginine 20 ml 0,1183 n $KMnO_4$ goşulypdyr we bölünip, çykan ýody 25,9 ml $Na_2S_2O_3$ ergini bilen titrläpdirler. Şonda tiosulfatyň normallygy näçe ?

Çözülişi:

$$N_{KMnO_4} \cdot V_{KMnO_4} = N_{Na_2S_2O_3} \cdot V_{Na_2S_2O_3}$$

$$20 \cdot 0{,}1183 = 25{,}9 \cdot N_{Na_2S_2O_3}$$

$$N_{Na_2S_2O_3} = \frac{20 \cdot 0{,}1183}{25{,}9} = 0{,}0874 \text{ g-ekw}/\ell .$$

16. KOMPLEKSOMETRIÝA USULY

Kompleksometriýa bu titrlemek usullarynyň biri bolmak bilen, kesgitlenýän metalyň kompleksonlar bilen suwda oňat ereýän durnukly kompleks birleşme emele getirmegine esaslanandyr.

Kompleks birleşmeler diýip käbir molekulýar birleşmeleriň komponentleriniň goşulyp položitel ýa-da otrisatel zarýadlanan çylşyrymly ionlary emele getirip bilýän birleşmelerine aýdylýar. Täze nomenklatura görä, kompleks birleşmeler şu aşakdaky ýagdaýa laýyklykda atlandyrylýar:

1. Ilkinji nobatda daşarky sferany emele getirýän položitel kation bilen birleşýän duzuň aniony atlandyrylýar.

2. Soňra kislota galyndysynyň ady tutulýar we yzyna “O” goşulmasy goşulýar: nitrito, sulfato we ş.m.

3. Eger-de birmeňzeş ligandlaryň sany birden köp bolsa, onda olaryň mukdary grek sanlarynyň aýdylyşy bilen utgaşdyrylýar: 2- di, 3- tri, 4- tetra, 5-penta, 6- geksa, 7- gepta, 8-okta.

4. Ion däl baglanyşykly kislota galyndydan soňra, neýtral haldaky bolan ligandlaryň ady tutulýar: NH_3 (ammin), H_2O (akwa) we ş.m.

Mysal:

$[Ag(NH_3)_2]Cl$ - diamminargentohlorid

$[Ni(NH_3)_6][OH]_2$ - nikeliň geksaamminodigidraty

$K_2[PtCl_6]$ - kaliniň geksahloridoplatinaty

$[Co(NH_3)_6]SO_4$ - sulfatogeksaammino kobaltaty

$[Co(NH_3)_4CO_3]Cl$ - kobaltyň karbonatotetraammin hloridi.

Durnuklylyk babatda: meselem, $Fe(CNS)_3$ kompleksiň durnuksyzlyk konstantasy deňdir:

I basgançakda: $[Fe(CNS)_3] \rightleftarrows [Fe(CNS)_2]^+ + CNS^-_+$

$$K_{[Fe(CNS)_3]} = \frac{[Fe(CNS)_2]^+ \cdot [CNS^-]}{[Fe(CNS)_3]} = 4 \cdot 10^{-2}.$$

II basgançakda: $[Fe(CNS)_2]^+ \rightleftarrows [Fe(CNS)]^{++} + CNS^-$.

$$K_{[Fe(CNS)_2]^+} = \frac{[Fe(CNS)^{++}] \cdot [CNS^-]}{[Fe(CNS)_2]^+} = 1 \cdot 10^{-2}.$$

III basgançakda: $[Fe(CNS)]^{++} \rightleftarrows Fe^{+++} + CNS^-$

$$K_{[Fe(CNS)]^{++}} = \frac{[Fe^{+++}] \cdot [CNS^-]}{[Fe(CNS)]^{++}} = 5 \cdot 10^{-3}.$$

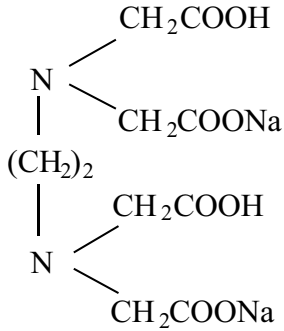
Şeýlelikde: $K_{[Fe(CNS)_3]} > K_{[Fe(CNS)_2]^+} > K_{[Fe(CNS)]^{++}} >$

Ýagny: $4 \cdot 10^{-2} > 1 \cdot 10^{-2} >> 5 \cdot 10^{-3}$.

Diýmek, $[Fe(CNS)]^{++}$ olaryň arasynda iň durnuklydyr.

Kompleksometriýa usuly soňky wagtlarda has giňden ulanylyp başlandy. 1945-nji ýylda şweýsar himigi Şwarsenbah Ca^{2+}, Mg^{2+}, Zn^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+} ionlaryny we başgalary kesgitlemek üçin aminokarbon kislotalaryny ulanýar. Munda, esasan hem EDTA - etilendiamintetrauksus kislotasy, has takygy onuň iki natrili duzy ulanylyp başlanýar.Oňa başgaça, komplekson 111; Trilon B hem diýilýär. Onuň formulasy: $Na_2C_{10}H_{14}O_8N_2$ ýa-da struktura görnüşde:

6*



M.m.=336

$$Ekw=\frac{336}{2}=168,0.$$

Emma, köplenç, onuň şu suwly duzy ulanylýar:

$Na_2C_{10}H_{14}O_8N_2\cdot 2H_2O$

M.m.= 372,21

$$Ekw=\frac{372,21}{2}=186,1.$$

Bu birleşmäni gysgalyk üçin reaksiýalarda $Na_2H_2\gamma$ görnüşde hem ýazýarlar. Trilon B bilen içerki kompleks duzlary H^+ ionlarynyň ornuny tutmaklygyň hasabyna emele gelýärler. Şonuň üçin bu prosesde pH we K durnuksyzlygy uly rol oýnaýar.

Meselem: onuň käbir birleşmeleriniň durnuksyzlyk konstantalary.

K durnuksyzlyk
- $(Na_2H_2\nu)=10^{-6,16}$
- $(Na_2Ca\nu)=10^{10}$
- $(Na_2Zn\nu)=10^{-16}$.

Şeýlelikde, kompleksonometriýa metallaryň kompleks emele getirmekligine esaslanandyr. Bu usulda hem göni hem-de yzyna titrlemäni ulanmak mümkin.

Meselem:

a) göni titrleme: $Zn^{2+}+Na_2H_2\gamma \xrightarrow{pH=9,25\div 10} Zn\gamma+2H^+$

b) yzyna titrleme: $Al^{3+}+nNa_2H_2\gamma \xrightarrow{pH=5} Al\gamma+2H^++(n-1)H_2\gamma.$

Soňra $H_2\gamma$ artykmajy yzyna titrlenýär:

$$pH=10$$

$$Zn^{2+}+H_2\gamma \rightarrow Zn\gamma+2H^+ .$$

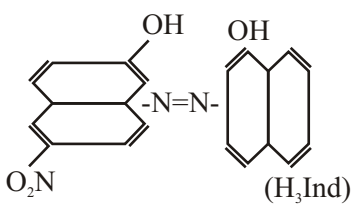
Ekwiwalent nokady ýörite indikatorlaryň kömegi bilen tapylýar. Indikatorlar hökmünde aşakdaky boýag maddalary ulanýarlar: kislotaly hrom-garagök, hromogen gara, mureksid, flýurekson we başgalar.

Meselem, hromogen gara indikatorynyň kömegi bilen titrlenende aşakdaky reaksiýalar bolup geçýärler. Ilki titrlenýän ergine indikator goşulanda ol ergindäki kesgitlenýän metal indikator bilen birleşip kompleks emele getirýär we şunlukda indikatorlaryň başdaky reňki başga reňke öwrülýär. Soňra haçan-da ergin Trilon B ergini bilen titrlenende bolsa, indikatoryň kesgitlenýän metal bilen emele getiren kompleksi dargap metal Trilon bilen has berk kompleks emele getirýär we indikator öňki kaddyna gelýär hemde özüniň başdaky reňkini berýär. Ýagny ol hromogen garanyň indikatory üçin aşakdaky ýaly geçýär:

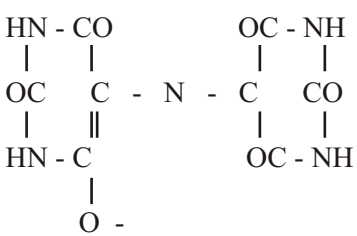
$$Mg^{2+}+ \underset{\text{gök}}{Na_2HInd} \rightarrow \underset{\text{gyzyl-melewşe}}{MgHInd} + 2Na^+$$

$$Na_2H_2\gamma + MgHInd \rightarrow MgH_2\gamma + \underset{\text{gök}}{Na_2HInd} .$$

Hromogen gara (eriohrom gara T) aşakdaky formula eýedir:



Mureksid:



Kompleksonometriýa usulynda pH -yň ähmiýeti örän uludyr. Şonuň üçin bufer erginleriniň kömegi bilen gerek bolan pH üpjün edýärler.

Bu maksat üçin, köplenç, ammiak bufer ergini ulanylýar ($NH_4OH + NH_4Cl$),

$$pH = 9\text{-}10 .$$

Trilon B maddasynyň standart erginini taýýarlamak üçin iki natrili EDTA duzlary ulanylýar:

$$Na_2C_{10}H_{14}O_8N_2 \cdot 2H_2O \text{ ýa-da } Na_2C_{10}H_{14}O_8N_2 .$$

Olaryň 1 *l* 0,1n erginini taýýarlamak üçin almaly:

$$g = \frac{M_{Na_2C_{10}H_{14}O_8N_2 \cdot 2H_2O}}{2} \cdot 0{,}1 = \frac{372{,}24}{2} \cdot 0{,}1 = 18{,}611 \text{ g.}$$

$$g = \frac{M_{Na_2C_{10}H_{14}O_8N_2}}{2} \cdot 0{,}1 = \frac{336{,}21}{2} \cdot 0{,}1 = 16{,}81 \text{ g.}$$

EDTA ergininiň titrini tapmak üçin himiki taýdan juda arassa $CaCO_3$ ýa-da beýleki Ca, Zn birleşmeleri esasynda taýýarlanan anyk konsentrasiýaly erginler ulanylýar.

Kalsiý ionyny kesgitlemek üçin ergini Trilon B bilen mureksid ýa-da başga indikatoryň gatnaşmagynda titrleýärler. Reaksiýa şeýle geçýär.

Ergine indikator goşulanda:

$$Ca^{2+} + \underset{\text{gök}}{\text{Indikator}} \rightarrow \underset{\text{gyzyl}}{\text{CaInd}}$$

Titrlenende we ekwiwalent nokadyna ýetende:

$$\underset{\text{Trilon B}}{\text{CaInd} + H_2\gamma} \rightarrow \quad \gamma \quad {}^{+} + \underset{\text{gök}}{\text{Ind.}}$$

Bu usul bilen, köplenç, suwlaryň talhlygy kesgitlenýär. Suwuň talhlygyny Ca^{2+} we Mg^{2+} ionlary döredýärler we mg-ekw/ℓ aňladylýar. Içilýän suwda talhlyk 7 mg-ekw/ℓ - den geçmeli däl. Munuň üçin suwdaky Ca^{2+} we Mg^{2+} ionlary bilelikde we aýratynlykda Trilon bilen titrleýärler. Ilki Ca^{2+} we Mg^{2+} ionlarynyň jemini eriohrom gara indikatorynyň gatnaşmagynda titrleýärler. Soňra başga bir deň göwrümli nusgada bolsa Ca^{2+} ionynyň bir özüni

mureksid indikatorynyň gatnaşmagynda titrleýärler. Kesgitlenýän Ca^{2+} we Mg^{2+} ionlarynyň mukdaryny şu formulalar boýunça tapýarlar:

$$g_{Ca^{2+}} = \frac{E_{Ca} \cdot V''_{Tr} \cdot N_{Tr} \cdot V_k}{1000 \cdot V_A} \text{ g.}$$

$$g_{Mg^{2+}} = \frac{E_{Mg^{2+}} (V'_{Tr} - V''_{Tr}) \cdot N_{Tr} \cdot V_k}{1000 \cdot V_A} \text{ g.}$$

Bu ýerde V'_{Tr} - Ca^{2+}, Mg^{2+} - ionlarynyň jemini titrlemäge giden Trilonyň göwrümi (ml), V''_{Tr} - diňe Ca^{2+}ionyny titrlemäge giden Trilonyň göwrümi (ml),V_a- alikwot göwrümi (ml), V_k- erginiň umumy kolbadaky göwrümi (ml), E^{2+}_{Ca} , E^{2+}_{Mg} Ca^{2+} we Mg^{2+} ionlarynyň ekwiwalentleri, N_{Tr} - Trilon B erginiň normallygy.

1-nji mysal. 500 ml içilýän suwdan 25 ml alikwot alynýar. Onda Ca^{2+}, Mg^{2+} ionlarynyň jemini titrlemäge 35 ml. Ca^{2+} titrlemäge bolsa 25 ml 0,05 n Trilon B ergini gidýär. Şol içilýän suwdaky kalsiniň we magniniň mukdaryny tapmaly:

Çözülişi:

Ýokarky formulalar boýunça

$$g_{Ca^{2+}} = \frac{20 \cdot 25 \cdot 0{,}05 \cdot 500}{1000 \cdot 25} = 0{,}5 \text{ g.}$$

$$g_{Mg^{2+}} = \frac{12(35 - 25) \cdot 0{,}05 \cdot 500}{1000 \cdot 25} = 0{,}12 \text{ g.}$$

2-nji mysal. 100 ml suw titrlenende 19,20 ml 0,1012 N Trilon B ergini harç edilen bolsa şol suwdaky Ca^{2+} ionynyň konsentrasiýasyny tapmaly:

Çözülişi:

$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

$$N_{Tr} \cdot V_{Tr} = N_{Ca^{+2}} \cdot V_{suw}$$

$$g_{Ca^{2+}} = \frac{N_{Tr} \cdot V_{Tr}}{V_{suw}} = \frac{0{,}1012 \cdot 19{,}20}{100} = 0{,}01943 \text{ g-ekw/}\ell$$

ýa-da g/ℓ görnüşde:

$$[Ca^{2+}] = N \cdot E = 0{,}01943 \cdot 20 = 0{,}38460 \text{ g/}\ell \ Ca^{2+}.$$

3-nji mysal. 25 ml suwy titrlemäge 2,20 ml 0,05 N Trilon B ergini harç boldy (düzediş koeffisiýenti K=0,9600). Şol suwuň umumy talhlygyny tapmaly.

Çözülişi: Adatça, suwuň umumy talhlygyny, ýagny Ca^{2+} we Mg^{2+} ionlarynyň jemini aşakdaky formula boýunça tapmak bolýar:

$$Talhlyk\ (x) = \frac{N_{Tr} \cdot V_{Tr} \cdot K \cdot 1000}{V_{suw}} \text{ mg-ekw/}\ell\ .$$

Onda ýokardaky mysalymyzda deňdir:

$$x = \frac{0{,}05 \cdot 2{,}20 \cdot 0{,}96 \cdot 1000}{25} = 4{,}22 \text{ mg-ekw/}\ell.$$

Suwuň talhlygyny mg-ekw/ℓ görnüşden gradusa geçmek üçin, ony 2,8 köpeltmeli:

$$x_{gradus} = 4{,}22 \cdot 2{,}8 = 11{,}80^0.$$

17. AGRAM ANALIZI

Analitiki himiýada agram analizi iň takyk usuldyr, ýagny onuň otnositel ýalňyşlygy 0,1 - 0,2 % -den geçmeýär, göwrüm, analiziniň otnositel ýalňyşlygy 0,2 - 0,5 % bolýar. Onuň deregine agram analiziniň dowamlylygy uzak bolýar, ýagny birnäçe sagatlap wagt sarp edilýär. Şonuň üçin agram analiz, köplenç, beýleki usullary barlamak üçin ulanylýar. Standart nusgalary barlamak we taýýarlamak uçin we başga-da has takyk analizde ulanylýar. Bu usulda çekimiň agramyny 0,0001 takyklykda çekip almaly. Agram analizini, esasan, aşakdaky usullaryň üsti bilen ýerine ýetirip bolýar:

a) kowmak;

b) çökdürmek;

ç) bölüp çykarmak.

Kowmak usullary gyzdyrylanda uçup gidip biljek komponentleri özünde saklaýan maddalary analiz etmek üçin ulanylýar.

Meselem: $CaCO_3 \xrightarrow{t} CaO + \uparrow CO_2$.

Şunuň esasynda ýörite termografiýa usuly bar.

Çökdürmek usuly has köp ulanylýar. Munuň üçin çekimi dürli ýollar bilen ergin halyna geçirýärler. Soňra kesgitlenýän maddany onuň eremeýän halyndaky duzy ýa-da birleşmesi halynda çökdürilýär. Soňra çökündini süzmek bilen erginden aýyrýarlar, gowy ýuwýarlar, guradýarlar (ýa-da güýçli gyzdyrýarlar) we takyk çekýärler (analitiki terezide 0,0001 belgä çenli). Soňra formula bilen maddanyň % mukdaryny tapýarlar.

Meselem: $Ba^{2+}+SO_4^{2-} \rightarrow \downarrow BaSO_4$.

Çökdürme usulyny ulanmak üçin şu aşakdaky şertler berjaý edilmeli:

1. Çökdürilýän forma - ýagny maddanyň ergininden çökýän halynyň formasy $Fe(OH)_3$, $Ca_3(PO_4)_2$ we başgalar;

2. Agram formasy - birleşmäniň terezide çekilýän formasy (Fe_2O_3, Al_2O_3, $BaSO_4$ we başgalar);

3. Çökdürilýän formanyň ereýjiligi örän pes bolmaly, kristallary uly bolmaly;

4. Agram formasy himiki formulasyna gabat gelmeli.

Eger-de kesgitlenilýän madda dürli agram formasynda bolup bilse, onda onuň kesgitlenilýän maddany iň az saklaýany az ýalňyş göýberýär.

Meselem:

Cr $BrCrO_4$ we Cr_2O_7-de.

Çökdürilýän forma $BrCrO_4$

253,3 mg $\underline{BrCrO_4}$ 52 mg Cr

1mg _____ x mg Cr

$$x = \frac{52 \cdot 1}{953,3} = 0,2 \text{ mg Cr.}$$

Agram forma Cr_2O_7

152 mg Cr_2O_7 _____ 104 mg Cr

1 mg ____ x mg Cr

$$x = \frac{104 \cdot 1}{152} = 0,7 \text{ mg Cr}$$

$$m_2/m_1 = \frac{0,7}{0,2} = 3,5.$$

Diýmek, birinjide ýalňyş 3,5 esse az bolýar.

Kristal çökündileriň emele gelmeginiň we häsiýetleriniň şertleri.

Iri kristally çökündi almak üçin çökdürmäni gowşak konsentrasiýaly erginde amala aşyrmaly. Şonuň üçin öňürti ergini gowşatmaly we çökdürijini ýeke damjadan guýmaly we hemişe garyp durmaly hem-de ergini ýylatmaly.

Amorf çökündileri almaklygyň şertleri:

- gyzgyn erginden koagulýantlaryň gatnaşmagynda;
- çökdürijiniň konsentrirlenen ergini bilen hem-de onuň çalt goşulmagy bilen;
- gyzgyn halynda süzmeli (garyşdyrman);
- gyzgyn distillirlenen suw bilen ýuwmaly.

Mysal: Alýuminini Al_2O_3 görnüşinde kesgitlemek üçin $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ kwassynyň nähili çekimini almaly.

Çözülişi: Çökdürilýän forma - $Al(OH)_3$;

Agram formasy Al_2O_3;

Minimum agramy amorf madda üçin - 0,1 g.

$$2 \cdot 474 \text{ gr} _____ 102 \ Al_2O_3$$

$$x \text{ gr} _____ 0,1 \ Al_2O_3$$

$$x_{gr} = \frac{0,1 \cdot 948}{102} \approx 0,9.$$

Çökdürme usulynda ulanylýan kagyz süzgüçleriň häsiýetnamasy

Kagyz süzgüçleriň görnüşleri		Öýjüginiň ölçegi nm ($1nm=10^{-9}m$)	Bellik
1	Külli	8-10	Sintetik maddalar üçin
2	Gyzyl lenta	8-10	Amorf çökündiler üçin
3	Sary lenta	8-1	Ýaglaryň analizi üçin
4	Ak lenta	3-5	Kristal maddalar üçin
5	Gök lenta	1-2,5	Örän ownuk kristal çökündiler üçin

Mukdar analiziniň netijesinde hökman bolmaly:

Mysal:

$$\Sigma^{\text{kationlar}}_{\text{mg–ekw}/\ell} - \Sigma^{\text{anionlar}}_{\text{mg–ekw}/\ell}$$

Analiziň netijelerini işlemek (suwuň mysalynda). Suw analiz edilende tapylypdyr:

Anionlar (mg/ℓ)

HCO_3^- -149,88

Cl^- - 144,63

SO_4^{2-} -295,20

Kationlar (mg/ℓ)

Ca^{+2-} -81,88

Mg^{+2}-41,15

Na^{+-} -?

ýa-da mg-ekw\ℓ görnüşinde

Anionlar

$$HCO_3^- = \frac{149,88}{61} = 2,45$$

$$Cl^- = \frac{44,63}{35,5} = 4,07$$

$$SO_4^{2-} = \frac{295,20}{48} = 6,02.$$

Kationlar

$$Ca^{2+} = \frac{81,88}{20} = 4,08$$

$$Mg^{2+} = \frac{41,15}{12} = 3,42$$

Σ anionlar = 12,54

Σkationlar = 7,50.

Aşakdaky ekwiwalentlik düzgüninden peýdalanyp tapýarys:

$$\Sigma_{\text{mg–Ekw/l anionlar}} = \Sigma_{\text{mg–Ekw/l kationlar}}$$

Onda:

$$Na^+ \text{mg}/\ell = (\Sigma^{\text{mg–ekw/l}}_{\text{anionlar}} - \Sigma^{\text{mg–ekw/l}}_{\text{kationlar}}) \cdot 23 = (12,54-7,50) \cdot 23 = 115,92 \text{ mg}/\ell.$$

18. INSTRUMENTAL ANALIZ. ANALIZIŇ FIZIKI-HIMIKI USULLARY

Biz siziň bilen şu wagta çenli, esasan, analiziň himiki usullary bilen tanyşdyk. Emma tejribede olardan başga-da analiziň fiziki-himiki usullary hem giňden ulanylýar. Olardan başga biologiki usullar hem ulanylýar. Meselem, howada kükürt wodorodyň mukdaryny käbir bakteriýalaryň yşyklanmasynyň intensiwligi boýunça kesgitleýärler.

Daşary ýurtlarda fiziki-himiki we fiziki usullara instrumental usullary diýilýär. Olarda hemişe enjamlar we beýleki ölçeýji serişdeler ulanylýar.

Şol ýa-da başga usuly saýlamak üçin şu kriteriýalar ulanylýar: seljerijiligi, dogrulygy, duýgurlygy (tapylyş predeli). Duýgurlyk kesgitlenýän maddanyň iň minimal mukdaryny aňladýar. Usulyň dogrulygy bolsa alnan maglumatyň iň anyk baha ýakynlaşmagydyr. Seljerijilik-bu kesgitlenýän maddanyň beýleki maddalardan saýlanylyşy. Fiziki-himiki usullar, köplenç, iň kiçi mukdardaky komponentleri kesgitlemek, analizi çaltlaşdyrmak, awtomatlaşdyrmak we beýleki oňaýlyklary döretmek üçin ulanylýar. Şeýle hem bu usullarda, köplenç, himiki reaktiwleri ulanmagyň geregi ýok.

Häzirki wagtda analitiki laboratoriýalarda şu instrumental usullary giň meşhurlyga eýedirler: fotokolorimetriýa, spektrofotometriýa, spektral analiz, elektrohimiki usullar, radiometriki, mass-spektrometriki, hromotografiýa usullar hem-de olaryň kombinasiýasy. Bu usullar häzir kompýuterler bilen utgaşdyrylýar.

Käte kesgitlenýän maddalaryň konsentrasiýasy örän kiçi sanlar bolýarlar. Meselem, ýarym geçiriji hökmünde ulanylýan germanide 10^{-7} % garyndylary kesgitlemeli bolýar. Bu diýildigi onuň 1 gramynda 10^{-9} gr ýa-da 0,001mkg garyndyny tapmaly diýildigidir.

Soňky wagtlarda ion-selektiw elektrodlarynyň usullary giň ýaýrap ugradylar. Olara ionomerler diýilýär. Analiziň duýgurlygyny we dogrulygyny artdyrmak üçin kesgitlenýän maddanyň konsentrasiýasyny köpeltmeli bolýar. Oňa analitiki himiýada konsentrirlemek diýilýär. Munuň üçin himiki we fiziki-himiki usullar ulanylýar. Olardan iň köp ýaýranlary şulardyr: ekstraksiýa, ion çalşygy, çökdürmek, bile çökdürmek. Bu usullaryň üsti bilen kesgitlenýän madda analiz edilýän maddadan bölünip çykarylýar. Şonda onuň konsentrasiýasy köpelýär, ikinjiden bolsa, oňa päsgel berýän fon aýrylýar. Bu usullar hem örän arassa we mukdar taýdan hiç hili ýitgisiz geçirilmelidir.

Analiziň dogrulygy şeýle hem synag nusganyň alnyşyna baglydyr. Has hem bu düzümi endigan bolmadyk materiallara degişlidir. Meselem tehniki materiallar, dag magdany, minerallar we ş.m. Birnäçe usullardan birini saýlap almak hem aňsat mesele

däldir. Munuň üçin, köplenç sada, arzan, ýokary takyklygy bilen tapawutlanýan usullar alynýar. Şeýle hem analiziň işini ýeňilleşdirmek üçin analizi awtomatlaşdyrýan usullar köp ulanylýar.

Şeýle hem analiz üçin ulanylýan erginleriň taýýarlanyşy uly rol oýnaýar. Meselem, aýna gaplaryndan Na, SiO_2 çykyp ergine geçmegi mümkin ýa-da ergindäki juda az konsentrasiýadaky kesgitlenýän madda, aýna gaplaryň diwarlary bilen ýuwdulmagy mümkin. Ergin köp saklansa, ýagtylyga sezewar edilse we başga ýagdaýlarda ergindäki konsentrasiýanyň üýtgemegi mümkin.

Eger mümkin bolsa aýna gaplardan däl-de polietilen, ftoroplast we inert materiallardan ýasalan gaplardan peýdalanmaly. Olar himiki taýdan örän durnukly.

Seljerijilik uly ähmiýete eýedir. Ol ýokary ion fony bar ýerinde şol ýa-da başga gerek bolan komponenti kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Umuman, analiziň usullary köpdür. Ýöne olaryň hemmesi-de az-da, kän-de ýalňyş göýberýärler. Şonuň üçin ähli alnan maglumatlary statistiki taýdan işlemeli. Ol bolsa ýörite usullar bilen ýerine ýetirilýär.

19. ANALIZIŇ NETIJELERINI STATISTIKI TAÝDAN IŞLEMEK

Öňki aýdyşymyz ýaly, analiz ýerine ýetirilende bize mälim bolmadyk şerte görä ýalňyşlyk gitmegi mümkin. Ol ýalňyşlyklar, esasan, iki görnüşde bolýar.

1) sistematiki ýalňyş (hemişe gaýtalanýan);

2) tötänleýin ýalňyş (tötänleýin döreýän).

Sistematiki ýalňyşy, köplenç, standart nusgalaryň ýa-da köp sanly özara bagly bolmadyk usullaryň üsti bilen tapýarlar. Tötänleýin ýalňyşlygy bolsa köp sanly parallel analizleri ýerine ýetirip, alnan maglumatlary soňra statistiki taýdan işläp tapýarlar. Goý aýdaly X_1, X_2, X_3 sanly netijeler alnan bolsun. Olaryň umumy sany n bolýar. Onda olaryň ortaça arifmetiki bahasy bolan $\bar{X}$ deňdir:

$$\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + ... + X_i + ... + X_n}{n} = \frac{1}{n} \Sigma_{n_{i=1}}^{n} X_i .$$

Biziň ymtylýan hakyky bahamyz bolsa μ diýeliň. Iň gowy bolanda $\overline{X} \approx \mu$. Her bir ölçegiň sowulmasy deňdir:

$$E_i = X_i - \overline{X}...$$

Muňa ýekeleýin sowulma diýilýär. Ähli ýekeleýin sowulmany algebraik jemi bolsa 0-a deňdir:

$$\sum_{i-1}^{n} E_i = 0.$$

Ölçegleriň netijeleriň orta baha görä pytramagyna bolsa, dispersiýa S^2 diýilýär:

$$S^2 = \frac{\sum_{i-1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{(n - 1)}$$

ýa-da orta kwadrat sowulma S diýilýär:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i-1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{(n - 1)}} .$$

Onuň orta baha X bolan gatnaşygyna bolsa, otnositel standart sowulma diýilýär:

$$S_r = \frac{S}{\overline{X}} .$$

Bu hasaplamalar, esasan, matematikanyň ähtimallyk nazaryýetiniň kanunlaryna laýyklykda ýerine ýetirilýär. Meselem, onda Gaussyň çyzygy diýilýän aňlatma ulanylýar. Statistiki işlemek diňe bir analitiki himiýada däl-de, eýsem, hemme ýerde köp meňzeş sanlary işläp, olardan orta bahany çykarmak üçin ulanylýar. Statistiki maglumat näçe köp ýygnalan bolsa, şonça-da hakyky orta baha bolan μ ululyga köp ýakynlaşylýar. Munuň iş ýüzünde nähili ýerine ýetirilişine siz laboratoriýa işlerinde göz ýetirersiňiz.

Mysal: Analitiki terezide ölçemäniň absolýut ýalňyşlygy aýdaly 0,0001 g. Eger çekim 0,2175 g bolsa onuň hakyky agramy bolýar:

$$g_{hakyky}=0{,}2175\pm0{,}0001 g.$$

Bu diýildigi onuň agramy 0,2174-den, 0,2176 g-a çenli aralykda bolup biler diýildigidir. Muňa absolýut ýalňyşlyk diýilýär.

Şeýle hem otnositel ýalňyşlyk tapylýar. Biziň mysalymyzda aşakdaka deňdir:

$$E_{otn\%}=\frac{E_{abs}\cdot 100}{\overline{X}}=\frac{0{,}0001\cdot 100}{0{,}2175}=\pm 0{,}05\% \ .$$

20. ANALIZIŇ OPTIKI USULLARY. ANALIZIŇ FOTOMETRIKI USULLARY
(fotokolorimetriýa, spektrofotometriýa)

Haçanda erginiň üstünden ýagtylygyň akymy göýberilende (geçende) onuň başlangyç intensiwligi J_0, ergin tarapyndan ýuwdulýanlygy üçin peselýär we J intensiwlige eýe bolýar. J_0 we J intensiwlikleriniň bahalaryny eksperimental usulda kesgitläp bolýar. Olaryň özara baglanyşygy Bugeriň - Lambertiň kanuny esasynda ýazylýar:

$$J = J_0 \cdot e^{-al}.$$

Bu ýerde e - natural logarifmiň esasy, a - ýuwdulmak koeffisiýenti, ℓ - ýuwudýan gatlagyň galyňlygy.

Bu kanuna laýyklykda şol bir maddanyň şol bir galyňlykdaky gatlagy üstüne düşýän ýagtylygyň şol bir bölegini (paýyny) ýuwudýar.

$$T = J / J_0$$

gatnaşyga bolsa geçirijilik diýilýär. Ol 0-dan 1-e çenli üýtgäp biler. Köplenç, ony %-de aňladýarlar. Eger 1 sm galyňlyk üçin bolsa onda geçirijilik koeffisiýenti hem diýilýär. Olaryň şu gatnaşygyna:

$$A = \lg (J_0 / J) = -\lg T$$

bolsa, optiki dykyzlyk diýilýär. Ol ýagny

$$\lg(J_0 /J)=K_1C.$$

K_1 - proporsionallyk koeffisiýenti, C - eredilen maddanyň konsentrasiýasy.

Muňa Berin kanuny hem diýilýär. Ony Bugerin - Lambertiň kanuny bilen birleşdirip Bugerin - Lambertiň - Beriň deňlemesini alýarys:

$$J = J_0 \cdot 10^{-kcl}$$

Bu ýerde K - ýagtylyk ýuwutmanyň koeffisiýenti, ol eredilen maddanyň tebigatyna baglydyr.

Eger-de C = mol/ℓ, ℓ=sm bolsa, onda K ýagtylyk ýuwutmanyň molýar koeffisiýentini aňladýar we ε_λ bilen aňladylýar. Onda:

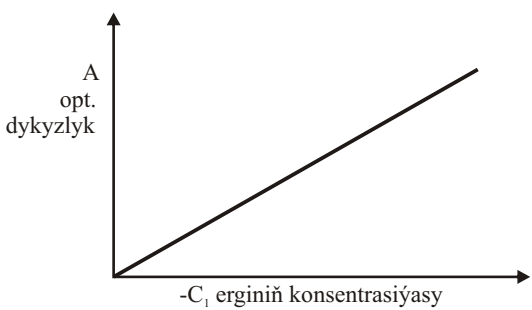
$$J = J_0 \cdot 10^{-\varepsilon\lambda cl}.$$

Onda optiki dykyzlyk deňdir:

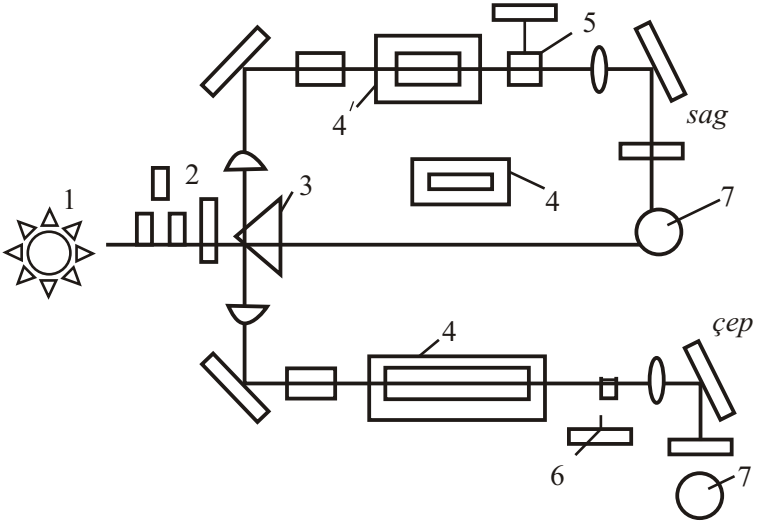
$$A=\varepsilon_\lambda Cl.$$

Onuň grafiki aňladylyşy aşakdaky ýalydyr: ol (hemişelik *l* bahasynda) konsentrasiýa göni proporsionaldyr *(7-nji surat)*.

Şu nazaryýete esaslanyp birnäçe analitiki gurallar döredilendir. Olaryň hemmesiniň işleýiş prinsipi standart we barlanylýan erginleriň ustünden ýagtylyk geçende olarda ýagtylygyň ýuwdulyşynyň ýa-da geçirijiliginiň deňeşdirilmegine esaslanandyr. Munuň üçin, esasan, fotokolorimetrler ýa-da spektrofotometrler ulanylýar. Meselem, *(8-nji surat)* fotoelektrik kolorimetrler KFK-2, KFK-3 we başgalar. Olaryň optiki shemasy:



7-nji surat.
Optika dykyzlygynyň konsentrasiýa baglylygynyň grafigi

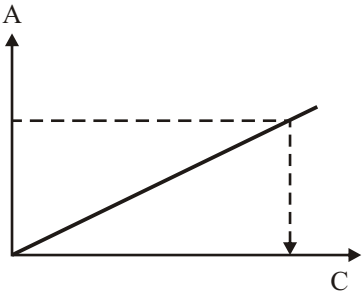


8-nji surat.
Fotoelektro kolorimetriň işleýiş shemasy

1- ýagtylyk çeşmesi, 2-ýagtylyk süzgüji, 3-prizma, 4-eredijili ýa-da deňeşdirilýän erginli kýuweta, 4[1]-barlanylýan erginli kýuweta, 5-süýşürilýän diafragma, 6-kompensasiýa diafragmasy, 7-fotoelementler.

Ýagtylyk çeşmesinden (1) çykýan ýagtylyk akymy ýagtylyk süzgüjinden 2- den geçip, prizma (3)-e düşýär. Ol prizma ýagtylyk akymyny ikä bölýär: çep we sag.Soňra parallel akymlar 4-4 we 4-4´ kýuwetalaryň we 5,6 diafragmalaryň üstünden geçýärler we fotoelemente 7 düşýär. Ol fotoelement, bolsa mikroampermetr bilen birleşdirilendir. Sag tarapdaky ýagtylyk akymyna eredijili kýuwetany 4 ýa-da barlanylýan erginli kýuwetany 4´girizip süýşürilýän diafragma 5 bilen sag fotoelemente düşýän ýagtylyk akymynyň ululygy üýtgedilýär. Şeýlelikde, sagdaky baraban ölçeýän, çepdäki baraban bolsa - kompensasiýa edýän baraban bolup hyzmat edýärler. Umuman, ilki barlanylýan erginli kýuwetanyň üsti bilen mikroampermetrde “0” tapylýar. Soňra sag ýagtylyk akymynda eredijili kýuweta goýulýar. Şonda mikroampermetrleriň strelkasy süýşýär. Ony ýene-de “0” geçirmek üçin diafragma üýtgedilýär we onuň bahasy barabanda getirilýär (optiki dykyzlygy).

Analiz üçin belli konsentrasiýaly erginleriň kömegi bilen ilki kalibrleýji grafik gurýarlar *(9-njy surat)*.



9-njy surat.
Kalibrleýji grafik

10-njy surat.
KFK-2 fotoelektrokolorimetriň daşky görnüşi

Soňra şonuň bahalary, ýagny optiki dykyzlygy boýunça analiz edilýän näbelli erginde gözlenilýän konsentrasiýa tapylýar 10-njy suratda KFK-2 fotoelektrokolorimetriň daşky görnüşi görkezilen.

21. ELEKTROHIMIKI USULLAR

Potensiometriýa usuly. Bu usul elektrik hereketlendiriji güýjüň (EHG) elektrohimiki (potensiometrik) ýaçeýkada analiz edilýän ergindäki kesgitlenýän maddanyň konsentrasiýasyna baglylygyna esaslanandyr. Ideal halda bu baglylyk Nernstiň deňlemesi bilen aňladylýar.

$$E = E^0 + \frac{2{,}3RT}{F \cdot n} \, l\,\text{ga} \qquad (1)$$

Bu ýerde E - ölçenilýän EHG, R - gaz hemişeligi, T - absolýut temperatura (K), F - Faradeýiň hemişeligi, n - elektronlaryň sany, a - kesgitlenýän maddanyň aktiwligi.

Iň ýönekeý potensiometriýa ýaçeýka iki elektrody özünde saklaýar. Bir elektroduň potensialy kesgitlenýän ionlaryň konsentrasiýasyna bagly bolýar. Oňa **indikator elektrody** diýilýär. Ikinji elektroda bolsa deňeşdirme elektrody diýilýär. Sebäbi indikator elektrodyň potensialy deňeşdirme elektrodynyň potensialyna görä ölçenilýär. Elektrodyň potensialyna täsir edýän ionlara potensial kesgitleýji ionlar diýilýär. Meselem, H^+, F^-, J^-, Na^+, NO_3^- we başga-da köp ionlary bu usul arkaly kesgitläp bolýar.

Käte iki elektrody hem bir erginde ýerleşdirip bolýar. Ýöne, köplenç, ol elektrodlary aýry-aýrylykda dürli erginlerde ýerleşdirýärler. Soňra olary elektrolitler arkaly birleşdirýärler. Şonuň üçin, köplenç, KCI elektroliti ulanylýar.

Şeýle maksat üçin KNO_3, NH_4NO_3, RbCl elektrolitleri ulanylyp bilner.

Elektrodlar aşakdaky 2 topara bölünýärler:

- ergin bilen elektrodyň arasynda elektrik togy elektronlar arkaly amala aşyrylýar.

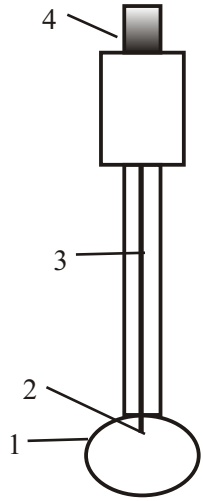
- membrana elektrodlary: bularda elektrik togy ionlar arkaly geçirilýär.

Elektrodlar metal plastinka ýa-da sim görnüşinde bolýarlar. Köplenç, deňeşdirme elektrody hökmünde doýgun kalomel elektrody, hlorkümüş elektrody ulanylýar. Ol metal simapdan, Hg_2Cl_2 we KCl maddalarynyň gaty fazalaryndan we olaryň doýan ergininden durýar.

Indikator elektrodlary hökmünde bolsa wodorod *(11-nji surat)* we hingidron elektrodlary hyzmat edýärler. Olaryň teoriýasy we aýratynlygy bilen fizhimiýa dersi boýunça tanyşsyňyz.

Membrana elektrodlaryna başgaça ionselektiw elektrodlary hem diýilýär (ISE). Bularda ion çalşygy membrana bilen ergini arasynda bolup geçýär. Bu elektrodlarda onuň içindäki ergin bilen daşyndaky analiz edilýän ergin membrana arkaly bölünýär. Diýmek, bu elektrodlarda içerki erginlerde daşarky ergindäki kesgitlenilýän ion bilen birmeňzeş bolan ionlar bolmaly. Şonuň

7*



11-nji surat.
Aýna elektrody

1 - *aýna membranasy*;
2 - *hlor kümüş elektrody*;
3 - *HCl kislota ergini*;
4 - *ekranlaşdyrylan geçiriji*.

üçin bular ionlara selektiw, ýagny olary saýlaýan bolýarlar. Bularyň esasy 3 görnüşi bolýar:

1) gaty membranaly;
2) suwuk membranaly;
3) aýna elektrodly.

Adyndan belli bolşy ýaly, ion selektiw elektrodlary elektrohimiýanyň potensiometriýa usullarynyň biri bolup, ol erginlerde haýsy-da bolsa bir indiwidual, ýagny ýeketäk iony saýlap kesgitlemäge esaslanandyr. Bilşimiz ýaly, tebigi suwlar, senagat akyndy suwlary we beýleki çylşyrymly erginlerde bir däl-de, eýsem birnäçe görnüşli ionlar bolup bilýärler. Şonça dürli ionlaryň içinden gerekli ionyň mukdaryny kesgitlemek analitiki himiýada iň wajyp wezipeleriň biridir. Güýçli elektrolitleriň, ýagny ähli duzlaryň, güýçli kislotalaryň, aşgarlaryň erginlerinde eredilen madda molekula görnüşinde däl-de, ionlar ýagny zarýadly atomlar we atomlar topary görnüşinde bolýarlar. Bu erginler şonuň üçin ionlar arkaly elektrik toguny geçirmäge ukyply bolýarlar. Şonuň üçin olara elektrolitler diýilýär. Şeýle maddalaryň ionlara dargamak hadysasyna bolsa elektrolitik dissosiasiýa diýilýär. Meselem:

$$NaF \rightarrow Na^{+} + F^{-}$$

$$NH_4Cl \rightarrow NH_4^{+} + Cl^{-} \text{ we ş.m.}$$

Diýmek, biz analiz boýunça ftoruň konsentrasiýasyny kesgitlemeli bolsak, hakykatda şony F^{-}-iony görnüşinde tapýarys. Elbetde, analiz edilýän erginde F^{-} - ionyndan başga-da birnäçe dürli zarýadly ionlar bolup biler. Şol beýleki ionlar elektrostatiki guýçleriň netijesinde F^{-}-iony bilen ýa çekişer, ýa-da itekleşer. Bu bolsa F^{-}-ionyň işjeňligini (aktiwligini) peseldýär. Ergininiň konsentrasiýasy näçe ýokary bolsa, ionlaryň aktiwligi hem barha pe-

selýär we berlen konsentrasiýadan kiçi bolýar. Ol aşakdaky ýaly aňladylýar:

$$a = f \cdot c \qquad (2)$$

bu ýerde a - ionlaryň aktiwligi (g-ion/ℓ), c - ionyň konsentrasiýasy (g-ion/ℓ), f- aktiwlik koeffisiýenti (ölçegsiz birlik).

Bu ýerde hakykatda f-düzediş koeffisiýentiniň roluny oýnaýar. Haçanda $f \to 1$ bolanda $a \to c$; Meselem, ergin näçe köp gowşak bolsa $a \approx c$. Ýokary konsentrasiýaly erginlerde $f < 1$. Umumy halda:

$$f \leq 1 \text{ we } a \leq c.$$

Aktiwlik koeffisiýentiniň bahasy ergindäki ähli ionlaryň konsentrasiýasy we olaryň zarýadlarynyň ululygyna, ýagny ion güýjüne aşakdaky ýaly baglydyr:

$$\mu = \frac{1}{2} \Sigma Z^2_i C_i + \ldots\ldots + Z^2_n C_n. \qquad (3)$$

Bu ýerde μ ergininiň ion güýji, C-her ionyň konsentrasiýasy, Z - ionyň zarýady.

Meselem, 0,1M $CaCl_2$ ergini üçin: $CaCl_2 \to Ca^{2+} + 2Cl^-$

$$\mu = \frac{1}{2} \Sigma \overset{0,1}{Z^2_{Ca^{2+}}} \cdot \overset{0,1}{C_{Ca^{2+}}} + \overset{2 \cdot 0,1}{Z^{2-}_{Cl}} \cdot C^-_{Cl} = \frac{1}{2} \Sigma\, 0,1 \cdot 2^2 + 1^2 2 \cdot 0,1 = \frac{1}{2}(0,4+0,2) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,6 = 0,3.$$

Ion güýjüniň bahasyna degişli f-iň bahasyny ýörite tablisadan tapyp we (2) formulanyň üsti bilen ionlaryň aktiwligini kesgitläp bolýar. Biziň ýokardaky mysalymyzda ol şeýle: Goý, μ =0,3 bolanda f=0,7 bolsun.

Onda:

$$a_{Ca^{2+}} = f_{Ca^{2+}} \cdot C_{Ca^{2+}} = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ g-ion/ℓ}$$

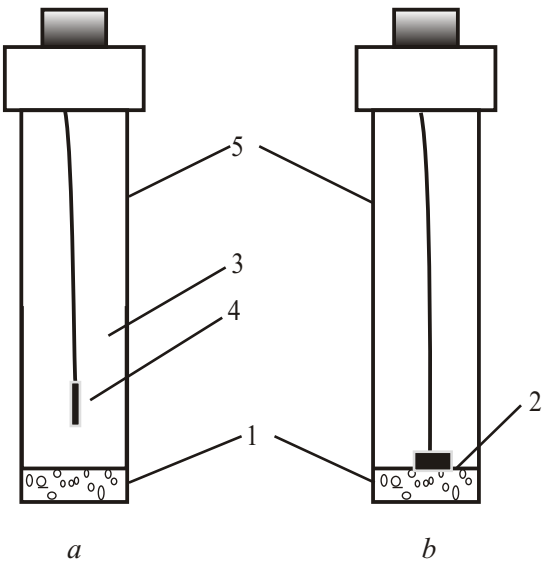
$$a_{Cl^-} = f_{Cl^-} \cdot C_{Cl^-} = 0,7 \cdot 2 \cdot 0,1 = 0,7 \cdot 0,2 = 0,14 \text{ g-ion/ℓ}$$

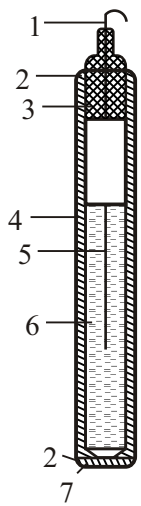
we ş.m.

Elektrohimiýadan bilşimiz ýaly, potensiometriýa usulynda, erginlerde ionlaryň konsentrasyýasy şol ergine batyrylan indikator elektrodynyň elektro-himiki potensialyny ölçemeklige esaslanandyr.

Elektrod potensiýal bolsa ionyň konsentrasiýasy, has takygy aktiwlik bilen Nerstiň deňlemesi arkaly baglanyşyklydyr (1).

Ine şu kanunalaýyklyklara esaslanyp, hem ionselektiw membrana elektrodlary işleýärler. Ol degişli galwaniki ýarym elementleriň EHG-ni ölçemeklige esaslanýar. Onuň gurluşy 12-13-nji suratlarda görkezilen: munuň elektrod materialy gaty ýa-da suwuk membranadan ybarat bolup durýar.





12-nji surat.
Ionselektiw elektrodyň shemasy.

a – içerki deňeşdirme sistemasy;
b – gaty tok geçirijili
1-membrana sistemasy; 2-metal kontakt; 3-deňeşdirme ergini; 4-deňeşdirme elektrody; 5-korpus

13-nji surat.
Ionoselektiw membrana elektrodyň gurluşy.
1-mis simjagazy; 2-ýelimli birleşdirme; 3-rezin dyky; 4-deňeşdirme ergini; 5-içerki Ag/AgCl elektrod; 6-korpus; 7-duýgur element

Şoňa kesgitlenýän iony bolüp çykarmaga ykyply bolan madda girizilen. Şol ionlar suw ýa-da elektrolitiň suw erginleri bilen galtaşanda ergine geçip bilýärler (kä halatlarda, tersine, bu ionlar erginden membrana geçip bilýärler). Netijede, membrananyň üstünde, ergine geçen ionlaryň zarýadyna gapma-garşy bolan zarýad emele gelýär. Şeýlelikde, membrana ergin fazalar araçäginde potensial emele gelýär. Şol potensialyň ululygy bolsa, kesgitlenýän ionlaryň ergindäki aktiwligine bagly bolýar.

Diýmek, görşümiz ýaly ionselektiw, ýagny membrana elektrod galwaniki ýarym element bolup şulardan durýar:

- ionselektiw membranadan;
- içerki erginden;
- içerki deňeşdirme elektroddan (meselem, hlor kümüş elektrodyndan).

Şeýlelikde, şol ýa-da beýleki ionyň aktiwligini (konsentrasiýasyny) kesgitlemek üçin aşakdakylar gerek:

- degişli ionselektiw elektrody;
- deňeşdirme elektrody;
- potensiýal ölçeýji abzal.

Şularyň hemmesini özünde jemleýän gurallara ionomerler diýilýär. Olardan öňden ulanylyp gelinýän meselem, H^+ - ionyny kesgitleýän pH-metrler *(14-nji surat)*.

Membrana elektrodlary gaty we suwuk görnüşde bolup bilýärler. Gaty membrana elektrodlary bolsa gomogen we geterogen görnüşde bolýarlar. Gomogen elektrodlarda membrananyň materialy hökmünde, kesgitlenýän iony saklaýan eremesi pes birleşmeler hyzmat edýärler. Meselem, kümüş iony-

14-nji surat. pH-metr guraly

ny kesgitlemek üçin kümşüň sulfidinden edilen membrana ulanylýar. F^- - iony kesgitlemek üçin membrana hökmünde lantanyň ftoridi ulanylýar (LaF_3).

Geterogen membranalar haýsydyr bir baglaşdyryjy inert materialyny (matrisany) saklaýar we ol mehaniki berkligi üpjün edýär, meselem: parafini, kauçugy, polietileni, we ş.m. Olardaky dispersiýa görnüşindäki duzlar, meselem: CaC_2O_4, $BaSO_4$, AgJ, Ag_2S şol duzlaryň düzümine girýän ionlary kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Suwuk membranalary suwuk ýa-da organiki eredijilerde taýýarlanan erginlerden ýa-da ionitlerden ýasaýarlar. Olar suw bilen garyşmaýan bolmaly. Meselem, Ca^{2+} - ionyny fosfor kislotasynyň efiriniň kalsiý duzunyň esasynda kesgitlemek mümkin. Nikeliň fenantrolinaty $Ni(Phen)_3$ $(NO_3)_2$ NO_3^-- ionyny kesgitlemek üçin ulanylýar.

Ionselektiw elektrodlaryň aşakdaky artykmaçlyklary bar:

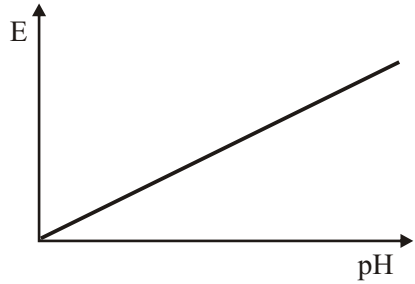
- aýratyn iony çylşyrymly erginlerde indiwidual kesgitläp bolýär;
- reňkli, bulanyk erginleri hem analiz edip bolýar;- duýgurlygy ýokary $10^{-5} – 10^{-7}$ M, (käte 10^{-19}M çenli);
- bir ölçeg üçin nusganyň minimal mukdary 0,05-1ml we başgalar;
- analitik guralyň elýeterligi we sadalygy.

Häzirki wagtda şu ionlaryň ion selektiw elektrodlary bar: Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Sn^{2+}, Pb, Cl^-, Bi^-, F^-, NO_3^- we başgalar. Bulardan has hem ftor-selektiw elektrod örän ähmiýetlidir. Çünki F^- -ionyny kesgitlemegiň beýleki usullary örän kyn. Ony tebigi suwlarda, akyndy suwlarda kesgitlemek ekologik taýdan örän wajyp. Şeýle hem NH_4^+ - ionyny kesgitlemek üçin hem bu usul örän amatly. Biziň kärhanalarymyzyň – Türkmenabadyň, Marynyň zawodlarynyň akyndy suwlarynda F^- we NH_4^+ ionlary saklanýar. Şol suwlary arassalamak üçin, ionlaryň örän kiçi konsentrasiýalaryny kesgitlemek gerek bolýar. Şeýle hem ekologiki taýdan agyz suwuny, gök-önüm, bakja önümlerinde NO_3^-

ionlaryny stasionar däl şertlerde kesgitlemek üçin bu usul giňden ulanylýar.

Umuman, bu usulyň dürli analitiki maksatlarda ulanylyşynyň geljegi uludyr.

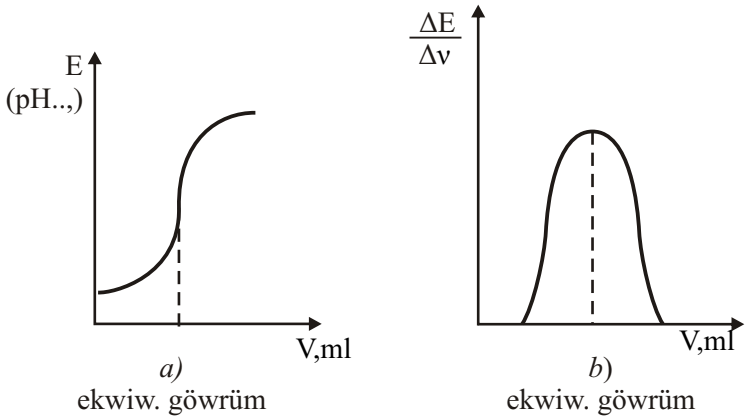
Aýna elektrodlary erginleriň pH-y kesgitlemek üçin köp ulanylýar. Olara pH-metrler diýilýär.



15-nji surat.
Ergininň pH-nyň üýtgemegine elektrod potensialyň baglylygy

Sebäbi pH-yň üýtgemegine göni proporsionallykda elektrodyň potensialy üýtgeýär *(15-nji surat)*.

Potensiometriki titrleme usuly islendik maksat üçin bir maddanyň ergininiň üstüne başga bir maddanyň ergini goşulanda üýtgeýän potensialy ölçemeklige esaslanandyr. Meselem, kislota - esas titrlemesinde pH-yň üýtgemegi, okislenme - gaýtarylma reaksiýasy geçýän erginlerde EHG-niň üýtgemegi we başgalar. Şonuň esasy maksady ekwiwalent nokadyny tapmak bolup durýar. Munuň üçin bolsa titrleme çyzyklaryny gurýarlar. Abssissa okunda ergininiň gidýän göwrümini *v*, ordinatada bolsa döreýän EHG bahasyny ýazýarlar *(16-njy suratda)*.



16-njy surat. Titrleme çyzyklarynyň görnüşleri
a) integral grafik; b) differensial grafik

22. ANALIZIŇ SPEKTRAL USULLARY

Fizikadan we atomyň kwant himiýasyndan belli bolşy ýaly, daşardan gyzdyrmak arkaly energiýa berlende atomlar oýanýarlar we bir energetiki ýagdaýdan beýleki energetiki ýagdaýa geçip bellibir uzynlykda tolkunlary emele getirýärler. Olara bolsa spektrler diýilýär. Her bir atomyň diňe özüne mahsus bolan spektri bolýar. Ol spektriň üsti bilen atomy hil ýa-da mukdar taýdan kesgitläp bolýar. Muňa esaslanan analitiki usullara bolsa spektral usullar diýilýär. Ol spektrleriň şöhlelenmegine, ýuwdulmagyna we pytradylmagyna esaslanýar. Spektral analiziň şu aşakdaky görnüşleri bardyr :

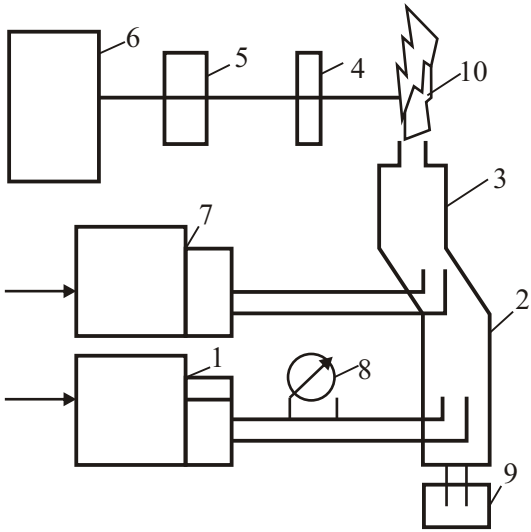
1. Emissiýa spektral analizi.
2. Ýalynly spektrofotometriýa.
3. Atom-absorbsiýa spektral analizi.
4. Turbidimetriýa.
5. Nefolometriýa.
6. Iýuminessent ýa-da fluoressent usullary we başgalar.

Emissiýa spektral analizinde analiz edilýän maddany elektrik duganyň ýa-da başga ýylylyk çeşmesiniň üsti bilen oýarýarlar. Şunda şol maddadaky her bir atom bellibir uzynlykdaky tolkuny şöhlelendirýär. Munda şol döreýän spektral çyzyklaryň intensiwligi ol elementiň analiz edilýän maddadaky konsentrasiýasyna göni bagly bolýar. Ol baglanyşyk aşakdaky formula boýunça aňladylýar. (B.A.Lomakiniň formulasy):

$$J_A = a \cdot c^b.$$

Bu ýerde J_A - kesgitlenýän elementiň spektral çyzygynyň, intensiwligi, c - konsentrasiýa, a we b - hemişelik ululyklar.

Ýalynly spektrofotometriýa usuly bolsa analiz edilýän maddanyň ýalynda oýandyrylmagyna we onuň intensiwliginiň ölçenilmegine esaslanandyr. Şonuň üçin ýörite ýalynly fotometrler diýlip atlandyrylýan gurallar ulanylýar. Olaryň işleýiş shemasy aşakda görkezilendir *(17-nji surat)*.

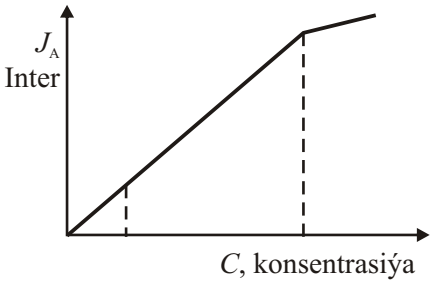


17-nji surat.
Ýalynly fotometriň işleýiş shemasy

1 - gysylan howany berýän kompressor, 2 - pürküji, 3 - ýandyryjy, 4 - ýagtylyk süzüji, 5 - fotoelement, 6 - registirleýji abzal, 7 - ýanýan gazyň regulýatory, 8 - monometr, 9 - analiz edilýän erginli stakan, 10 - ýalyn.

Bu ýerde kompressor (1) pürküjä (2) gysylýan howany berýär. Şunda analiz edilýän ergin aerozol görnüşinde, ýagny ümür görnüşinde ýandyryja (3) düşýär. Şol ýandyryja bolsa ýanyjy gaz (propan, asetilen we ş. m.) berilýär we ýandyrylýar. Şeýlelikde, ýalyn emele gelýär (10) we ol ýalyn analiz edilýän maddanyň atomlaryny oýadýar we olar şöhlelenýär. Ol ýagtylyk süzgüjine (4) düşýär. Ol bolsa diňe kesgitlenýän elementiň atomynyň şöhlesini geçirýär, ýagny onuň tolkun uzynlygyna görä ol her element üçin ýörite saýlanyp oturdylýar. Şöhle soňra fotoelemente (5) düşýär we onda tok döredýär. Döreýän toguň güýji bolsa registirleýji priboruň (6), meselem, galwanometriň üsti bilen ölçenilýär. Şol döreýän toguň güýji barýan şöhläniň intensiwligine görä üýtgeýär.

Intensiwlik ol elementiň ergindäki konsentrasiýasyna göni proporsionaldyr. Ine, şeýlelikde şol toguň görkezmesi boýunça



18-nji surat.
Şöhlelenme arkaly emele gelýän tok güýjüniň konsentrasiýa baglylygy

analiz edilýän ergindäki elementiň mukdary kesgitlenýär. Bu abzalda görşümiz ýaly, esasy zatlaryň biri her elemente laýyk gelýän ýagtylygyň süzgüjini saýlamakdyr. Her element diňe özüne mahsus bolan tolkun uzynlygyna eýedir. Şoňa laýyk gelýän ýagtylyk süzgüji diňe şol elementiň şöhlesini geçirip beýleki atomlaryň şöhlesini ýuwudyp geçirmeýär. Bu usul görnüşi ýaly şöhlelenmäniň bölünip çykmagyna, ýagny **emissiýa** esaslanandyr. Şöhlelenmäniň konsentrasiýa baglylygy grafik görnüşinde aşakdaky ýaly aňladylýar *(18-nji surat)*. Ondan geçen şöhle soňra fotoelemente (5) geçip, onda tok emele getirýär.

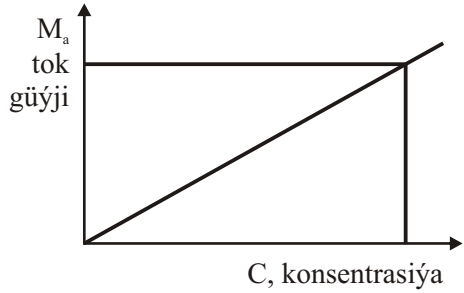
Görşümiz ýaly bu usulda atomy oýandyryjy hökmünde energiýanyň çeşmesi bolup ýalyn hyzmat edýär. Emma ýalnyň temperaturasy gaty ýokary bolmaýar. (1200-1400^0) Şonuň uçin, beýle ýagdaýlarda hemme elementleriň atomlary oýanyp bilmeýär. Munda diňe käbir aşgar metallarynyň, meselem: Na, K elementleriniň atomlary gowy oýanýarlar. Şonuň üçin bu abzallar, esasan, Na we K elementlerini kesgitlemek üçin ulanylýar. Bu abzallaryň görnüşleri köpdür *(19-njy surat)*.

19-njy surat.
Ýalynly spektrometr

Käbir ýanyjy gazlaryň temperaturasy: howa + propan 1200^0 - 1400^{0}C (aşgar metallary üçin), howa + asetilen 2300^{0}C (aşgar ýer metallary üçin) deňdir.

Natriniň spektral çyzygy λ=5890-5896A°. Analiz etmek üçin ilki bilen etalon erginleri taýýarlaýarlar we soňra kalibrowka grafigini gurýarlar *(20-nji surat)*.

Her gezek pürküjini we ýandyryjyny bidistillýat bilen gowy ýuwýarlar.

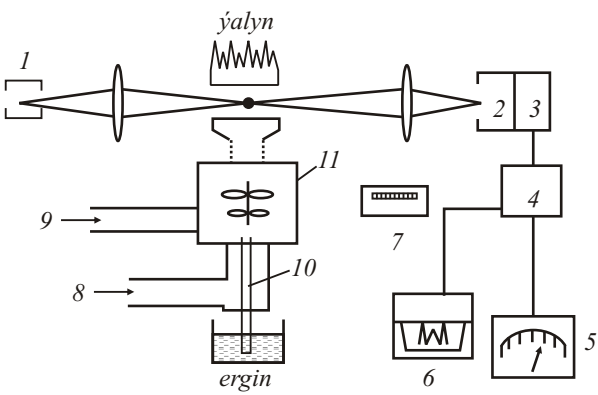


20-nji surat. Kalibrowka grafigi

23. ATOM-ABSORBSIÝA USULY

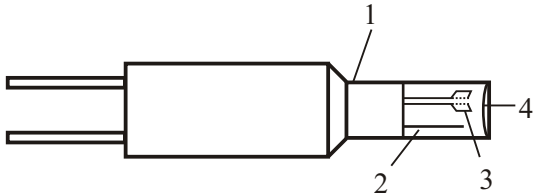
Oň aýdyşymyz ýaly bellibir şertlerde gyzdyrylan atomlaryň buglary kesgitli tolkun uzynlygyndaky şöhleleri göýbermäge ukyplydyrlar. Şeýle hem şol atomlaryň buglary goýberip bilýän şöhlelerini ýuwutmaga hem ukyplydyrlar. Ýuwdulmak prosesine bolsa **absorbsiýa** diýilýär. Şu prinsipe esaslanyp döredilen analitiki spektral usulyna bolsa atom-absorbsiýa usuly diýilýär.

Atom-absorbsiýa spektrofotometriň işleýşiniň shemasy aşakdaky suratda görkezilendir *(21-nji surat)*.



21-nji surat.
Atom-absorbsiýa spektrometriň işleýiş shemasy

1 - şöhlelenmäniň çeşmesi (spektral çyra); 2 - monohromator; 3 - detektor; 4 - güýçlendiriji; 5 - strelkaly gural; 6 - ýazýan gural; 7 - san ýazýan enjam; 8 - okislendiriji (howa, azot zakisi); 9 - ýanyjy gaz (asetilen); 10 - pürküji; 11 - pürkülýän kamera.



22-nji surat. Spektral çyra

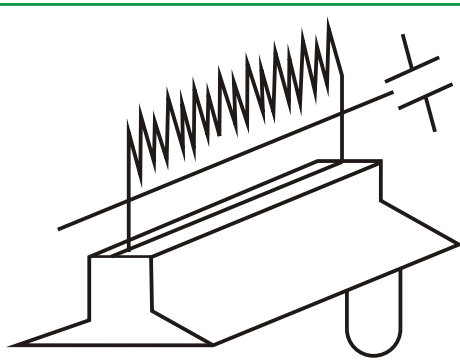
1- çyranyň ballony (molibden aýnasyndan ýasalýar, diametri 3-5 sm); 2-anod; 3-katod (kesgitlenýän elementden); 4-kwars äpişgesi.

Kesgitlenýän elementiň ýagtylyk çeşmesinden - spektral çyradan *(22-nji surat)* çykýan şöhle ýalnyň üstünden göýberilýär. Şol ýalna bir wagtyň özünde analiz edilýän ergin hem pürkülýär (aerozol görnüşinde). Şol goýberlen şöhläniň intensiwligini iki gezek ölçeýärler: ergin pürkülmänkä we pürkülýän wagtynda. Şolaryň arasyndaky tapawut hem gözlenilýän analitiki signaly aňladýar.

Spektral çyrasy boş katod bolup, onuň gurluşy aşakdaky ýalydyr:

Çyra inert gazy bilen doldurylýar (argon ýa-da geliý), basyşy 0,2-2 Mpa, naprýaženiýe 300-500 w.

Ýalyn almak üçin wodorodyň, propanyň, asetileniň howa, azot zakisi we başga okislendirijiler bilen garyndylary ulanylýar. Bulary ýakmak üçin bolsa inli jaýrykly ýandyryjy ulanylýar *(23-nji surat)*.



23-nji surat.
Ýandyryjynyň shemasy

Bu usulyň ýalnyň fotometriýasy usulyndan artykmaçlygy köpdir:

1. Islendik metaly kesgitläp bolýar. Sebäbi her elementiň öz spektral çyrasy bolýar we şol analiz wagtynda oturdylýar. (Ca, Sr, Fe, Mn……..)

2. Ýokary duýgurlygy.

3. Ýokary öndürijiligi we başgalar. Bu usulda atomlary oýarmak üçin diňe ýalyn däl-de, eýsem, başga ýokary ýylylyk çeşmeleri hem ulanylyp bilner. Meselem, grafitiň ýanmagy we başgalar.

Bu usul arkaly 60-dan gowrak elementi kesgitläp bolýar. Şonuň üçin ol soňky döwürde giňden ulanylýar. Olardan käbiriniň görnüşi 24-nji suratda görkezilen.

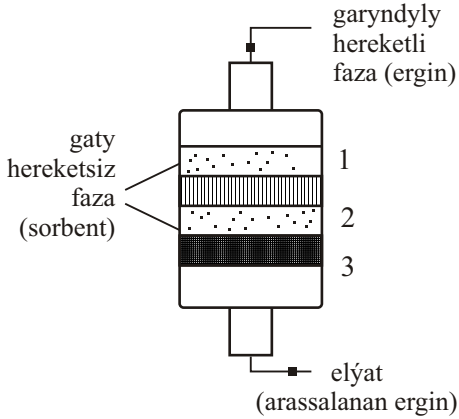
24-nji surat.
Atom – absorbsiýa spektrofotometri

24. ANALIZIŇ HROMATOGRAFIÝA USULLARY

Bu usullar şu aşakdaky alamatlary bilen tapawutlanýarlar: sistemanyň agregat ýagdaýy boýunça gaz; suwuklyk we gaz - suwuklyk hromatografiýasy;

- munda sistemadaky garyndy komponentlere bölünýär;
- bölüniş mehanizmi boýunça;
- absorbsion (suwuklyk, gaz), paýlanyş, ionçalşygy, çökdürme, okislenme-gaýtarylma, absorbsion - kompleks emele getirme hromotografiýasy;
- prosesiň geçirilişiniň formasy boýunça-kolonkaly, kapillýarly, kagyzda we inçe gatlakly.

Hromotografiýa munuň özi - iki fazanyň ýagny biri hereketli beýlekisi hereketsiz bolan fazalaryň üstünden maddalaryň garyndysy goýberilende ondaky komponentleriň bölünmek prosessidir. Umumy halda ol şeýle bolýar *(25-nji surat)*.



25-nji surat.
Hromatagrafiki bölünmäniň shemasy

1 – ýuwudyjy (sorbent), 2 – bir maddanyň zolagy, 3 – ikinji maddanyň zolagy

Bu usul gaz halyndaky, ergin halyndaky maddalardaky komponentleri bölmek, konsentirlemek we analitiki taýdan hil we mukdar analizlerini geçirmek üçin giňden ulanylýarlar. Bu usullarda esasy işçi agza sorujy material hökmünde tebigy ýa-da emeli alnan ýuwdujy maddalar ulanylýarlar. Olardan tebigy maddalar hökmünde silikagel, seolitler, alýumosilikatlar, aktiwleşdirilen kömür we beýlekiler ulanylýar. Sintetik usulda alnan emeli maddalardan her hili polimer maddalar, smolalar we beýlekiler ulanylýarlar. Munda esasy prinsip bolup şu ýagdaý hyzmat edýär: Eger-de hereket etmeýän gaty maddanyň üstünden ergin göýberilende ondaky komponentler dürli ýagdaýlarda ýuwudylýarlar. Ol, adatça, bölüniş koeffisienti bilen aňladylýar :

$$K = \frac{C_{hereketsiz}}{C_{hereketli}}.$$

Bu ýerde K - bölüniş koeffisiýenti, $C_{hereketsiz}$- komponentiň hereketsiz fazadaky konsentrasiýasy, (mol/ℓ), $C_{hereketli}$- şol komponentiň hereketli fazadaky konsentrasiýasy, (mol/ℓ).

Hromotografiýanyň iň köp ýaýran we ulanylýan görnüşleriniň biri-de ionçalyşyk hromotografiýasydyr. Ergin ionlary bilen

sorbentde ýa-da ionitde ýerleşýän ionlaryň arasynda öwrülişikli ion çalşygy bolup geçýär. Şonuň üçin ilki ionçalşyryjy materialy haýsy hem bolsa bir ion bilen doýurýarlar. Meselem, H^+, OH^- we ş.m. Soňra şol sorbentiň üstünden dürli komponentleri özünde saklaýan ergini göýberýärler. Şonda her hili walentli elementler dürli-dürli ýuwdulýarlar,

Meselem :

$$Cs^+ > Rb^+ > K^+ > NH_4^+ > Na^+$$
$$Ba^{2+} > Sr^{2+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} \ldots$$

Bularyň ýuwdulmagy sorbentiň tebigatyna, selektiwligine we beýleki faktorlara baglydyr. Ionitler ýuwudýan ionyna görä kationitler, anionitler bolup bilerler. Meselem, kationitlere KU-2: KB-4 we beýlekiler degişlidirler. Anionitlere bolsa AB-17, AH-31 we beýlekiler degişli. Ionitlerde ion çalşygy şu aşakdaky reaksiýalar boýunça amala aşyrylýar:

Kation çalşygy: $R\text{-}H + Na^+ \rightleftarrows R\text{-}Na + H^+$

$R\text{-}Na + K^+ \rightleftarrows R\text{-}K + Na^+$

Anion çalşygy: $R\text{-}OH + Cl^- \rightleftarrows R\text{-}Cl + OH^-$

$R\text{-}Cl + NO_3 \rightleftarrows R\text{-}NO_3 + Cl^-$.

Hromatografiýa usulynyň hemme görnüşleri analitiki himiýada giňden ulanylýar. Gazlaryň analizleri bolsa, meselem, tebigy gazyň düzümi diňe gaz ýa-da gaz-suwuklyk hromatografiýa arkaly ýerine ýetirilýär. Gaz-suwuklyk hromatografiýasynda

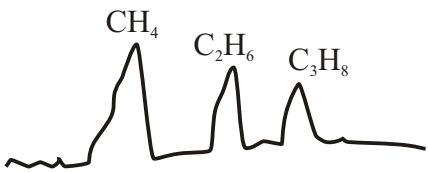
26-njy surat.
Gaz hromatografynyň görnüşi

gaty sorbentiň üstüne suwuk madda örtülendir. Munuň üçin ýörite gurallar - hromatograflar bar. Hereketli faza bolan äkidiji gaz hökmünde, köplenç, azot, geliý, argon, wodorod ulanylýar *(26-njy surat)*.

26-njy suratda gaz hromatografynyň görnüşi getirilen.

Meselem, tebigy gazyň düzümindäki metan, etan,propan, kükürtwodorod, kömürturşy gazy we beýlekiler şu usul arkaly kesgitlenýär. Şunda ulanylýan gurallara hromatograflar diýilýär, olarda alynýan maddalaryň çyzgylaryna bolsa hromatogrammalar diýilýär. Olardaky pikleriň meýdany kesgitlenýän maddanyň analiz edilýän gazdaky konsentrasiýasyna göni proporsional bolýar.

Hromatogrammalaryň görnüşi:



Kesgitlenýän komponentiň mukdary şu formula boýunça kesgitlenýär:

$$C_i = \frac{Si}{\sum_n \overline{S}\, i} \cdot 100\ \% .$$

Bu ýerde Si – ýeke pikiň meýdany, Σ_nSi – ähli pikleriň meýdanlarynyň jemi.

II bap
MUKDAR ANALIZINDEN ÇÖZGÜTLI MESELELER

1. GÖWRÜM ANALIZI

1-nji mesele.
10,0 g NaCl näçe gram-molekula saklaýar?

Çözülişi:

$$X = \frac{10,000}{\mu_{NaCl}} = 0,1709 \text{ g-mol.}$$

2-nji mesele.
0,1020 g-mol H_2O näçe molekula saklaýar?

Çözülişi:
1 g –mol H_2O $6,02 \cdot 10^{23}$ molekula saklaýar.

Onda,

$$1 \text{ g-mol } H_2O \text{ — } 6,02 \cdot 10^{23}$$
$$0,1020 \text{ g-mol } H_2O \text{ — } x$$

$$x = \frac{0,1020 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{1} = 6,14 \cdot 10^{22}.$$

3-nji mesele.
1 g-mol $CaCO_3$ maddasyny eretmek üçin näçe g-mol, g - ekw we g HCl gerek?

Çözülişi:

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2.$$
1 mol 2 mol
1 ekw 1 ekw

8*

Onda:

Netije		HCl		
		x g-mol	x g-ekw	x
$CaCO_3$	1 g-mol	2	2	73,0
	1 g-ekw	1	1	36,5
	1 g	0,02	0,02	0,7294

g-mol $CaCo_3$ = 100,0; g-ekw $CaCo_3 = \frac{100}{2} = 50,0$

g-mol HCl = 1+35,5 = 36,5;

g-ekw HCl $= \frac{36,5}{1} = 36,5$; $0,02 = \frac{1}{½CaCo_3}$;

g HCl = 0,02 · 36,5 = 0,7294.

4-nji mesele.

1g-mol, 1g-ekw we 1g $FeSO_4$ maddasyny okislendirmek üçin, näçe g-mol, g-ekw we g $KMnO_4$ talap edilýär?

Çözülişi:

$$\begin{array}{l|l} 5 & Fe^{2+} - e \rightarrow Fe^{3+} \\ 1 & MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \end{array}$$

$$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$

$$5FeSO_4 + KMnO_4 + 4H_2SO_4 \rightarrow 2,5Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 +$$
$$+4H_2O + ½\ K_2SO_4$$

$$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 +$$
$$+8H_2O + K_2SO_4.$$

1 sany MnO_4^- iony 5 elektron alýar, şonuň üçin $KMnO_4$ maddasynyň ekwiwalent agramy aşakdaka deňdir:

$$\frac{1}{5}\mu_{KMnO_4} = \frac{1}{5} \cdot 158,03 = 31,61.$$

$FeSO_4$ –üň ekwiwalenti onuň molekulýar massasyna deň, sebäbi Fe^{2+} 1 elektron berýär: 151,9.

$$\frac{1}{FeSO_4} = \frac{1}{151,9} = 0,006585 \text{ g-ekw } FeSO_4 \text{ we şonça } KMnO_4$$

$$\frac{0,2\,KMnO_4}{FeSO_4} = \frac{31,61}{151,9} = 0,2081 \text{g } MnO_4/\text{g } FeSO_4 .$$

Netije		$KMnO_4$		
		x g-mol	x g-ekw	x
$FeSO_4$	1 g-mol	0,2	1	31,61
	1 g-ekw	0,2	1	31,61
	1 g	0,001317	0,006585	0,2081

5-nji mesele.

1 g $MgCO_3$ – den aşakdaky reaksiýalar boýunça näçe gram $Mg_2P_2O_7$ alnar?

a) $MgCO_3+2HCl \rightarrow MgCl_2+H_2O+CO_2$;

b) $MgCl_2+Na_2HPO_4+NH_4OH \rightarrow MgNH_4PO_4+H_2O+2NaCl$;

ç) $2MgNH_4PO_4 \rightarrow Mg_2P_2O_7+2NH_3+H_2O$.

Çözülişi:

$Mg_2P_2O_7$ (μ=222,6) $2MgCO_3$ –den (μ=84,33) emele gelyär.

Onda: $x = \frac{1 \cdot 222,6}{2 \cdot 84,33} = 1,320$ g.

Sebäbi

$$Mg_2P_2O_7 \quad MgCO_3$$
$$222,6 — 2 \cdot 84,33$$
$$x — 1 \text{ g}$$

$x = \frac{1 \cdot 222,6}{2 \cdot 84,33} = 1,320$ g $Mg_2P_2O_7$ emele gelýär.

6-njy mesele.

1 ℓ 10% - li ergini taýarlamak üçin, (ρ=1,09 g/ml) näçe g $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ almaly? Oňa suwuň haýsy göwrümini goşmaly?

Çözülişi:

$$\overset{V}{1000} \cdot \overset{\rho}{1{,}09} = 1090 \text{ g} - 1 \text{ lıtr erginiň agramy.}$$

Ondaky eredilen madda:

$$100 — 10$$
$$1090 — x$$
$$x = 1{,}090 \cdot \frac{10}{100} = 109 .$$

Diýmek, 109 g $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ maddasy gerek.

Galany: 1090 – 109 = 981 g = 981 ml suw bolýar.

7-nji mesele.

1 litr 1 M ergin taýýarlamak üçin, näçe g $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ gerek?

Çözülişi:

$$1 \text{ g-mol } Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O = 358 \text{ g.}$$

Diýmek, 1*l* 1M ergin üçin 358 g $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ gerek**.**

8-nji mesele.

1 litrde 1g Cl^- ion saklaýan 1*l* ergin taýýarlamak üçin, näçe g KCl talap edilýär?

Çözülişi:

$$1 \cdot \frac{\mu \text{ KCl}}{\mu \text{ Cl}} = 1 \cdot \frac{74{,}5}{35{,}5} = 2{,}102 \text{ g.}$$

Sebäbi:

KCl		Cl^-
74,5	—	35,5
x	—	1

$$x = (1 \cdot 74{,}5)/35{,}5 = 2{,}102 \text{ g.}$$

Diýmek, 1 litr erginde 2,102 g KCl eredilen bolmaly.

9-njy mesele.

Turşy sredada ulanmak üçin gerek bolan 1*l* 1N ergini taýýarlamak üçin, näçe g $KMnO_4$ talap edilýär?

Çözülişi:

Turşy sredada MnO_4^- 5 elektron alýar we Mn^{2+} emele gelýär. Şonuň üçin soralýan $KMnO_4$ onuň ekwiwalentine deňdir:

$$X=\frac{KMnO_4}{5}=\frac{158,0}{5}=31,60\ g.$$

Diýmek, 31,60g $KMnO_4$ eredilip, 1 lıtr ergin taýýarlanylmaly.

10-njy mesele.

36,25% P_2O_5 saklaýan H_3PO_4 ergininiň (ρ=1,335 g/ml) molýarlygy näçe?

Çözülişi:

$$\frac{1,335\cdot 1000\cdot 36,25}{100\cdot 0,5\cdot \mu_{P_2O_5}}=6,88\ M.$$

Ýagny ergininiň agramy

$$G=\rho\cdot V=1,335\cdot 1000$$
$$M_{P_2O_5}=31\cdot 2+5\cdot 16=142$$

$$^1/_2\ M_{P_2O_5}=\frac{142}{2}=71.$$

Onda:

$$100\ g\ —\ 36,25\ g\ P_2O_5$$
$$1,335\cdot 1000\ —\ x$$

$$x=\frac{1,335\cdot 1000\cdot 36,25}{100}=483,9\ g.$$

$$M=x/0,5\ M_{P_2O_5}=\frac{1,335\cdot 1000\cdot 36,25}{100\cdot 71}=6,88\ M.$$

Sebäbi

$$H_3PO_4\ —\ P_2O_5$$
$$P_2O_5+3H_2O=2H_3PO_4$$
$$142\ —\ 196$$

$$483{,}9 — x$$

$$x = \frac{196 \cdot 483{,}9}{142} = 674{,}9 \text{ g}$$

$$M = \frac{674{,}9}{\mu_{H_3PO_4}} = \frac{647{,}9}{98} = 6{,}88 .$$

11-nji mesele.

a) 38,32%-li HCl kislotasynyň (ρ=1,19 g/ml) normallygy näçe?

b) eger bu kislota 1:3 gatnaşygynda gowşadylsa, onuň normallygy näçe bolar?

Çözülişi:

a) 1*l* ergindäki HCl – iň mukdary

$$\underset{V}{HCl} = \underset{V}{1000} \cdot \underset{\rho}{1{,}19} \cdot \frac{38{,}32}{100} = 456 \text{ g.}$$

Bu ýerden $N = \frac{456}{36{,}5} = 12{,}5$ N.

b) 1 : 3 gatnaşykda gowşatmak diýmek, 1 göwrüm kislota we 3 göwrüm suw goşulýar diýildigidir. Onda göwrüm 1+3=4-e deň bolýar.

Onda soňky normallyk deňdir:

$$\frac{12{,}5}{1+3} = \frac{12{,}5}{4} = 3{,}04 \text{ N.}$$

12-nji mesele.

1 *l* 0,25 N NaOH ergini taýýarlamak üçin, näçe ml 8 N NaOH gerek;

Çözülişi:

a) $N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$

$N_1 = 8$

$N_2 = 0{,}25$

$V_2 = 1\ell = 1000$ ml

$$V_1 = \frac{N_2 \cdot V_2}{N_1} = \frac{0{,}25 \cdot 1000}{8} = \frac{250}{8} = 31{,}25 \text{ ml.}$$

13-nji mesele.

2% -li HCl ergini almak üçin, onuň 2 *l* 1,5%-li erginine näçe ml 10 % -li HCl erginini goşmaly?

Çözülişi:

$$2000 \cdot \frac{2,0 - 1,5}{10 - 2,0} = 125 \text{ ml}$$

$$\begin{array}{ccccc} 10 & & & 0,5 & (2-1,5) \\ & & 2 & & \\ 1,5 & & & 8 & (10-2) \end{array}$$

$$2000 \cdot (2,0 - 1,5) = x \cdot (10 - 2,0)$$

$$x = 2000 \cdot \frac{2,0 - 1,5}{10 - 2,0} = 2000 \cdot \frac{0,5}{8} = \frac{1000}{8} = 125 \text{ ml.}$$

14-nji mesele.

2,500g Na_2CO_3- dan 500 ml ergin taýýarlanypdyr. Bu ergin üçin hasaplamaly:

a) titrini;

b) molýarlygyny;

ç) normallygyny;

d) HCl boýunça titrini.

Çözülişi:

$$T = \frac{2,500}{500} = 0,005 \text{g/ml}$$

$$M = \frac{T}{M_{Na_2CO_3}} \cdot 1000 = \frac{0,005}{106} \cdot 1000 = 0,047 \text{ M}$$

$$N = \frac{T}{0,5\mu_{Na_2CO_3}} \cdot 1000 = M \cdot 2 = 0,0943 \text{ N}$$

$$T_{Na_2CO_3/HCl} = \frac{N \cdot M_{HCl}}{1000} = 0,0943 \cdot \frac{36,5}{1000} =$$

$$= 0,00344 \text{ g HCl/ml.}$$

15-nji mesele.

Titri 0,005122 bolan H_2SO_4 erginiň normallygyny we molýarlygyny hasaplamaly.

Çözülişi:

$$N = \frac{T}{0,5\mu_{H_2SO_4}} \cdot 1000 = \frac{0,005122 \cdot 1000}{0,5 \cdot 98} = 0,1044 \text{ N}$$

$$M = \frac{N}{2} = \frac{0,1044}{2} = 0,0522.$$

16-njy mesele.

Eger 0,1946 g Na_2CO_3 titrlemäge 20,45 ml HCl ergini gidýän bolsa, şol erginiň normallygyny kesgitlemeli.

Çözülişi:

Na_2CO_3 massasyny mg-a geçirýäris:

$$0,1946 \cdot 1000 = 194,6 \text{ mg.}$$

Onda, Na_2CO_3 – üň mg-ekw deňdir:

$$\frac{194,6}{0,5\mu_{Na_2CO_3}} = \frac{194,6}{53} = 3,67 \text{ mg-ekw}$$

Na_2CO_3–üň şu mukdary bilen HCl hem täsirleşýär ýagny 3,67 mg-ekw HCl.

Normallyk bolsa:

$$N = \frac{3,67 \text{ mg} - \text{ekw}}{20,45 \text{ ml}} = 0,1795 \text{ mg-ekw/ml}$$

ýa-da

$$0,1795 \text{ g-ekw/l}.$$

17-nji mesele.

Eger 0,4519 g burany ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) titirlemäge 16,43 ml H_2SO_4 ergini giden bolsa, onuň molýarlygyny kesgitlemeli.

Çözülişi:

$$\frac{451,9}{\mu_{Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O}} \text{ mg} - \text{mol bura.}$$

Reaksiýa boýunça 1 molekula bura 1 molekula H_2SO_4 bilen täsirleşýär.

Onda onuň M:

$$M = \frac{451,9}{\mu_{Na_2B_4O_7} \cdot 10_{H_2O} \cdot 16,43} = 0,0721 \text{ mg-mol/m}\ell$$

$$\text{ýa-da } 0,0721 \text{ g-mol}/\ell.$$

18-nji mesele.

Eger 0,2147g Na_2CO_3 titrlemäge 22,26 ml HCl ergini giden bolsa, onuň titrini hasaplamaly.

Çözülişi.

1ml HCl 0,2147/22,26 g Na_2CO_3 degişli bolýar. Ony HCl–niň gramyna geçirmek üçin, ony HCl we Na_2CO_3 ekwiwalent agramynyň gatnaşygyna köpeltmeli:

$$T = \frac{0,2147}{22,26} \cdot \frac{\mu_{HCl}}{0,5\mu_{Na_2CO_3}} = 0,006633 \text{ g/ml.}$$

19-njy mesele.

Eger titrlemäge 20,00 ml T=0,004614 bolan NaOH giden bolsa, titirlenýän H_2SO_4 ergindäki H_2SO_4-üň näçe gramdygyny hasaplamaly.

Çözülişi:

Neýtrallaşdyrmaga giden NaOH: $20,00 \cdot 0,004614$ g

$$\text{Onda: } x = 20,00 \cdot 0,004614 \cdot \frac{0,5\mu_{H_2SO_4}}{\mu_{NaOH}} =$$

$$= 0,1132 \text{ g } H_2SO_4.$$

20-nji mesele.

Eger titrlemesine 20 ml 0,2210 M H_2SO_4 ergini giden bolsa, onda şol titrlenýän NaOH ergininde näçe gram NaOH bar?

Çözülişi:

$$\underset{1\,mol}{H_2SO_4}+\underset{2\,mol}{2NaOH}=Na_2SO_4+2H_2O$$

1 mol H_2SO_4 2 mol NaOH dogry gelýär.

Onda: $x=2\cdot(20{,}00\cdot0{,}2210)\cdot\mu_{NaOH}=353{,}0$ mg NaOH.

21-nji mesele.

Erkin P_2O_5 görnüşinde kesgitlemek üçin superfosfatyň 10,00 gramyny suw bilen garyşdyryp, 500 ml-e çenli gowşatdylar. Soňra gury kolba kagyz süzgüjiň kömegi bilen süzdüler. Süzülen erginden 50 ml alyp suw bilen gowşadan soň 1,1002 N NaOH ergini bilen titrlediler (metil sary indikatoryň gyzyl reňki sary reňke öwrülýänçä), ýagny erkin $H_3PO_4\cdot NaH_2PO_4$-de geçýänçä). Şonda 16,2 ml NaOH ergini gitdi. Superfosfatdaky erkin P_2O_5-i hasaplamaly.

Çözülişi:

$$x=\frac{16{,}2\cdot0{,}1002\cdot0{,}5\mu_{P_2O_5}\cdot500\cdot100}{50\cdot10\cdot1000}=11{,}5\%.$$

22-nji mesele.

0,2000 g gaty organiki kislotany neýtrallaşdyrmaga 31,7 ml 0,1000N KOH ergini harç bolupdyr. Şol kislotanyň ekwiwalent agramyny we onuň haýsy kislotadygyny hasaplamaly.

Çözülişi:

Gözlenilýän kislotanyň ekwiwalent agramy aşakdaka deňdir:

$$\frac{0{,}2000\cdot1000}{31{,}7\cdot0{,}1000}=63{,}03.$$

Kitaplardan alnan maglumatlara görä bu şawel kislotanyň ekwiwalent agramyna laýyk gelýär $H_2C_2O_4\cdot2H_2O$

$$E_{H_2C_2O_4\cdot2H_2O}=\frac{\mu}{2}=63.$$

23-nji mesele.

Şu aşakdakylary neýtrallaşdyrmaga 0,12N HCl ergininden näçe ml talap edilýär:

a) 0,2g Na_2CO_3;

b) 0,2g 70% CaO saklaýan madda;

ç) 0,4 g maddadan bölünip çykýan 6,5% azot saklaýan ammiagy.

Çözülişi:

Kislotanyň normallygyny degişlilikde, ol maddanyň ekwiwalent agramyna köpeldip tapýarys.

Ýagny 1 ml 0,12 N HCl neýtrallaşdyrýar:

$0{,}12 \cdot 53$ mg Na_2CO_3; $0{,}12 \cdot 28$ mg CaO;

$0{,}12 \cdot 17$ mg NH_3 ($0{,}12 \cdot 14$ mg N).

Onda, talap edilýän kislotanyň mukdary şu aşakdakylara deňdir:

a) Na_2CO_3 üçin $\dfrac{200}{0{,}12 \cdot 53} = 31{,}4$ ml;

b) CaO üçin $\dfrac{200 \cdot 0{,}70}{0{,}12 \cdot 28} = 41{,}7$ ml;

ç) NH_3 üçin $\dfrac{400 \cdot 0{,}065}{0{,}12 \cdot 14} = 15{,}5$ ml.

24-nji mesele.

0,220g Na_2CO_3maddasyny CO_2-ä çenli neýtrallaşdyrmaga titri 0,007000 bolan HCl ergininiň näçe ml-i talap edilýär?

Çözülişi:

$$x = 0{,}007000 = 0{,}220 \cdot \frac{\mu_{HCl}}{0{,}5\mu_{Na_2CO_3}}$$

$$x = \frac{0{,}220 \cdot 36{,}5}{0{,}007000 \cdot 53} = \frac{8{,}03}{0{,}371} = 21{,}6 \text{ ml.}$$

25-nji mesele.

2 N HCl ergininden 500 ml 0,1 N HCl erginini nädip taýýarlamaly?

Çözülişi:

$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

$$2 \cdot V = 0{,}1 \cdot 500$$

$$V = \frac{0{,}1 \cdot 500}{2} = 25 \text{ ml.}$$

Diýmek, 25 ml 2 N HCl almaly we ony 500 ml ölçeg kolbasyna geçirmeli. Soňra onuň üstüne belgi çyzygyna çenli distillirlenen suw guýup, oňat çaýkap garyşdyrmaly.

26-njy mesele.

25 ml 0,05N NaOH erginini titrlemäge näçe ml 0,1N HCl ergini gider?

Çözülişi:

$$N_{HCl} \cdot V_{HCl} = N_{NaOH} \cdot V_{NaOH}$$

$$V_{HCl} \cdot 0{,}1 = 0{,}05 \cdot 25$$

$$V_{HCl} = \frac{0{,}05 \cdot 25}{0{,}1} = 12{,}5 \text{ ml.}$$

27-nji mesele.

500 ml 0,1N HCl erginini taýýarlamak için, näçe ml konsentrirlenen HCl ergini gerek (ρ=1,17 g/ml)?

Çözülişi:

Dykyzlygy 1,17 g/ml bolan HCl.

Ergini̇ň molýarlygy aşakdaka deňdir:

1 ℓ erginiň agramy = 1000·1,17=1170 g.

Konsentrirlenen ρ = 1,17 g/ml HCl kislotasynda 34,18% HCl bar (maglumat kitaby boýunça)

Onda, 1 ℓ- de $1170 \cdot \frac{34{,}18}{100} = 399{,}91$ g HCl .

Onda, onuň molýarlygy: $M = \frac{399{,}91}{36{,}5} = 10{,}95$M deň bolar.

Onda, HCl üçin N = M = 10,95.

Bu ýerden: $N_{1HCl} \cdot V_{1HCl} = N_{2HCl} \cdot V_{2HCl}$

$$V_{1\,HCl} = \frac{N_{2\,HCl} \cdot V_{2\,HCl}}{N_{1\,HCl}} = \frac{500 \cdot 0{,}1}{10{,}95} = 4{,}56 \text{ ml.}$$

28-nji mesele.

2,025g $Na_2C_2O_4$ maddasyny titrlemäge 24,10 ml $KMnO_4$ ergini sarp bolýan bolsa:

a) $KMnO_4$ erginiň titrini;

b) $KMnO_4$ erginiň $Na_2C_2O_4$ maddasyna görä titrini;

ç) $KMnO_4$ erginiň normallygyny.

Çözülişi:

Muny şeýle yzygiderlikde çözmek maksadalaýyk bolar:

$$V_{KMnO_4/Na_2C_2O_4} = \frac{g_{Na_2C_2O_4}}{V_{KMnO_4}} = \frac{2,025}{24,10} = 0,08403 \text{ g/ml}$$

$$N_{KMnO_4} = \frac{T_{KMnO_4/Na_2C_2O_4} \cdot 1000}{Э_{Na_2C_2O_4}}.$$

Çünki: $C_2O_4^{2-} = 2CO_2 + 2e$

$$Э_{Na_2C_2O_4} = \frac{\mu_{Na_2C_2O_4}}{2} = \frac{134,00}{2} = 67,00$$

$$N_{KMnO_4} = \frac{0,08403 \cdot 1000}{67,00} = 1,254 \text{ g-ekw/}\ell$$

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e = Mn^{2+} + 4H_2O$$

$$T_{KMnO_4} = \frac{N_{KMnO_4} \cdot Э_{KMnO_4}}{1000} = \frac{1,254 \cdot 31,61}{1000} = 0,03964 \text{ g/ml.}$$

29-njy mesele.

20 ml 0,1 N (K_{duz}=0,95) HCl erginini titrlemek üçin, näçe ml 0,05 N (K_{duz}=0,90) NaOH ergini gerek?

Çözülişi:

Düzediş koeffisiýenti $K = N_{prakt}/N_{teor}$

Onda:

$$N_{prakt\ HCl} = K_{duz} \cdot N_{teor\ HCl} = 0,95 \cdot 0,1 = 0,095$$

$$N_{prakt\ NaOH} = K_{duz} \cdot N_{teor\ NaOH} = 0,90 \cdot 0,05 = 0,045.$$

Onda:

$$N_{NaOH} \cdot V_{NaOH} = N_{HCl} \cdot V_{HCl}$$

$$V_{NaOH} = (N_{HCl} \cdot V_{HCl})/N_{NaOH}$$

$$\frac{0,095 \cdot 20}{0,045} = 42,2 \text{ ml.}$$

30-njy mesele.

90% CaO we 10% başga maddalar saklaýan sönmedik hekiň näçe gramyny titri CaO görä 0,009000 g/ml bolan 20 ml HCl ergini neýtrallaşdyrar?

Çözülişi:

Sönmedik hekiň çekimindäki CaO-nyň gramyny tapýarys:

$$gCaO = THCl/CaO \cdot VHCl = 0,009000 \cdot 20,0 = 0,18 \text{ g}.$$

Onda sönmedik hekiň çekimi aşakdaka deňdir:

$$g_{hek} = \frac{g_{CaO} \cdot 100}{90} = \frac{0,18 \cdot 100}{90} = 0,2 \text{ g.}$$

31-nji mesele.

20,0 ml 0,1N $AgNO_3$ ergini 60% NaCl we 37% KCl saklaýan maddanyň haýsy çekimini titrlemäge gider?

Çözülişi:

Eger–de x g madda alnan bolsa, onda ondaky NaCl –yň we KCl –yň gr-ekwiwalentleri deňdir:

$$n_{NaCl} = \frac{x \cdot 60}{100 \cdot E_{NaCl}}; \quad n_{KCl} = \frac{x \cdot 37}{100 \cdot E_{KCl}}.$$

Şeýle hem: $n_{NaCl} + n_{KCl} = n_{AgNO_3}$

$$n_{AgNO_3} = \frac{N_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3}}{1000}$$ $AgNO_3$ ergininiň titrlemäge giden gr- ekwiwalentleriniň sany.

Şol gatnaşyklary utgaşdyryp alarys:

$$\frac{x \cdot 60}{100 \cdot E_{NaCl}} + \frac{x \cdot 37}{100 \cdot E_{KCl}} = \frac{N_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3}}{1000}.$$

San bahalaryny goýup alarys: $\frac{x \cdot 60}{100 \cdot 58,5} + \frac{x \cdot 37}{100 \cdot 74,5} = \frac{0,1 \cdot 20,0}{1000}$.

Bu ýerden: x=0,1313 g .

2. ERGINLERIŇ pH-yny HASAPLAMAK

32-nji mesele.

Şu erginleriň pH-ny hasaplamaly:

a) 0,040 N H_2SO_4;

b) 0,005 N KOH.

Çözülişi:

a) 1 g-ekw H_2SO_4 1 g-ion H^+ berýär: $[H^+] = 0,04$ N

$pH = -\lg[H^+] = -\lg 0,04 = -\lg 4\cdot10^{-2} = -(0,6–2) = 1,4$.

b) $[OH^-] = 0,005 = 5\cdot10^{-3}$

$pOH = -\lg [OH^-] = -\lg 5\cdot10^{-3} = -(0,7–3) = 2,3$

$pH + pOH = 14$

$pH = 14 - pOH = 14 - 2,3 = 11,7$.

33-nji mesele.

Eger erginiň pH = 3,1 bolsa hasaplamaly:

a) $[H^+]$;

b) 1 litr ergi ndäki H^+–yň mukdaryny

Çözülişi:

a) $\lg[H^+] = -3,1 = -3 - 0,1$ sebäbi

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

Otrisatel mantissany položitele geçirmek üçin mantisa birbada (+1); harakteristika bolsa, (-1)-i goşmaly: $\lg [H] = -3 - 0,1 = -4 + 0,9 = -4,9$.

Bu ýerden antilogarifmirlesek alarys: $[H^+] = 7,9 \cdot 10^{-4}$ g-ion/ℓ .

Muny başgaça hem tapyp bolýar: $[H^+] = 10^{-pH}$.

$\lg [H^+] = -pH$

$\lg [H^+] = -\overset{-1+1}{3},1 = -4,9$; onda

$[H^+] = 7,9 \cdot 10^{-4}$ g-ion/ℓ .

b) $[H^+]$– yň 1 *l*-däki mukdary:

$7,9 \cdot 10^{-4} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 4,8 \cdot 10^{20}$.

34-nji mesele.

Eger erginiň pH = 12,2 bolsa, onda $[OH^-]$ kesgitlemeli.

Çözülişi:

$$pH + pOH = 14$$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 12{,}2 = 1{,}8$$

$$[OH^-] = 10^{-pOH}$$

$$\lg [OH^-] = -pOH = -\overset{-1+1}{1{,}8} = -\overset{-}{2{,}2}; \text{ onda}$$

$$[OH] = 1{,}6 \cdot 10^{-2} \text{ g-ion}/\ell .$$

35-nji mesele.

$[H^+]$ näçe esse üýtgär, eger pH ulalsa:

a) 1- e;

b) 0,2 -ä.

Çözülişi:

a) 1 = lg 10. Diýmek, 10 esse azalar;

b) 0,2 = lg 1,6. Diýmek, 1,6 esse azalar.

36-njy mesele.

20 ml 0,2 N HCl erginine 0,2 N NaOH ergininiň şu aşakdaky mukdarlary goşulanda emele gelýän pH-y hasaplamaly:

a) 17 ml; b) 20 ml; ç) 21 ml.

Çözülişi:

a) 1 ml garyndyda bar:

$$[H^+] = \frac{20 \cdot 0{,}2 - 17 \cdot 0{,}2}{20 + 17} = 0{,}0162 \text{ mg-ekw HCl} .$$

Onda:

$$pH = -\lg[H^+]$$

$$pH = -\lg 0{,}0162 = -\lg 1{,}62 \cdot 10^{-2} = -(\lg 1{,}62 - \lg 10^{-2}) =$$

$$= -(0{,}2068 + 2) = 1{,}79.$$

b) ergin neýtral pH = 7

ç) 1 ml garyndyda bar

$$[OH^-] = \frac{20 \cdot 0{,}2 - 21 \cdot 0{,}2}{20 + 21} = 0049{,}0 \text{ mg-ekw NaOH}$$

$$pOH = -\lg 0{,}0049 = 2{,}3;$$

$$pH = 11{,}7.$$

37-nji mesele.

0,1 N HCl ergini 0,1 N NaOH ergini bilen titrlenende 80% neýtrallaşypdyr. Alnan ergininiň pH- yny hasaplamaly.

Çözülişi:

Kislotanyň galyndysy $100 - 80 = 20\%$.

Şonuň üçin $[H^+] = \frac{0,1 \cdot 0,20}{1 + 0,80} = 0,0111$

pH = - lg 0,0111 = 1,95.

38-nji mesele.

Dissosiasiýasy 4,2% bolan 0,01 N uksus kislotasynyň ergininiň pH– yny hasaplamaly.

Çözülişi:

$$[H^+] = 0,01 \cdot \frac{4,2}{100} = 0,01 \cdot 0,042 = 4,2 \cdot 10^{-4}$$

$$pH = -\lg 4,2 \cdot 10^{-4} = 3,4.$$

39-njy mesele.

0,1N CH_3COOH kislotasynyň dissosiasiýa hemişeligi $1,8 \cdot 10^{-5}$ bolandakylary hasaplamaly:

a) pH;

b) dissosiasiýa derejesini (a).

Çözülişi:

a) $CH_3COOH = H^+ + CH_3COO^-$

$$[H^+] = [CH_3COO^-]$$

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

$$[CH_3COOH] = 0,1$$

$$K = \frac{[H^+][H^+]}{[CH_3COOH^-]} = \frac{[H^+]^2}{0,1}$$

$$[H^+] = \sqrt{K \cdot 0,1} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1} = 1,3 \cdot 10^{-3}$$

$$pH = -\lg 1,3 \cdot 10^{-3} = 2,9$$

b) $\alpha = \frac{[CH_3COOH^-]}{0,1} = \frac{[H^+]}{0,1} = \frac{1,3 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 1,3 \cdot 10^{-2} = 1,3\%$.

40-njy mesele.

pH = 11,2 bolan NH_4OH ergininiň normallygyny hasaplamaly ($K_{diss} = 1,75 \cdot 10^{-5}$).

9*

Çözülişi:

$$pOH = 14 - pH = 14 - 11,2 = 2,8$$

$$\lg[OH^-] = \frac{\overset{-1+1}{-2,8}}{3,2}$$

$$[OH^-] = 1,58 \cdot 10^{-3}$$

$$NH_4OH \rightleftarrows NH^{4+} + OH^-$$

$$[NH^{4+}] = [OH^-]$$

$$K_{NH_4OH} = \frac{[NH_2^+][OH^-]}{[NH_4OH]} = \frac{[OH^-][OH^-]}{[NH_4OH]}$$

$$[NH_4OH] = \frac{[OH^-]^2}{K_{NH_4OH}} = \frac{[1,58 \cdot 10^{-3}]^2}{1,75 \cdot 10^{-5}} = \frac{2,49 \cdot 10^{-6}}{1,75 \cdot 10^{-5}} =$$

$$= \frac{0,249 \cdot 10^{-5}}{1,74 \cdot 10^{-5}} = 0,142 \text{ N.}$$

41-nji mesele.

Gidroliz derejesi 0,002 % bolan, 0,1N $NaHCO_3$ ergininiň pH - yny hasaplamaly.

Çözülişi:

$$HCO_3^- + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3 + OH^-$$

$$[OH^-] = \frac{0,1 \cdot 0,002}{100} = 2 \cdot 10^{-6}$$

$$pOH = -\lg[OH^-] = -\lg 2 \cdot 10^{-6} = 5,7$$

$$pH = 14 - 5,7 = 8,3.$$

42-nji mesele.

K_{diss} $NH_4OH = 1,75 \cdot 10^{-5}$ bolanda, 0,1 N NH_4Cl ergininiň pH –yny hasaplamaly.

Çözülişi:

$$NH_4^+ + HOH \rightleftarrows NH_4OH + H^+$$

$$K_{gidr} = \frac{[NH_4OH^+][H^+]}{[NH_4]} = \frac{K_{H_2O}}{K_{NH_4OH}} = \frac{10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 5,7 \cdot 10^{-10}$$

$$[NH_4OH^-] = [H^+].$$

Onda : $[NH_4^+]=0,1$

Onda, $K_{gidr} = \frac{[H^+][H^+]}{[NH_4^+]} = \frac{[H^+]^2}{0,1}$;

$[H^+] = \sqrt{K_{gidr} \cdot 0,1} = \sqrt{5,7 \cdot 10^{-12} \cdot 0,1} = 7,5 \cdot 10^{-6}$

pH= - lg $7,5 \cdot 10^{-6}$=5,1.

43-nji mesele.

0,1 N NaOH ergini bilen, 0,1N CH_3COOH erginiň 80%-i neýtrallaşypdyr. Alnan erginiň pH –y hasaplamaly.

Çözülişi:

$$[CH_3COOH^-] = \frac{0,1 \cdot (1-0,8)}{\frac{V}{V_0}}; [CH_3COOH^-] = \frac{0,1 \cdot 0,08}{\frac{V}{V_0}} \cdot$$

Bu ýerde V – kislotanyň we aşgaryň garyndysynyň göwrümi, V_0 – alnan kislotanyň göwrümi .

$$[H^+] = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,20}{0,80} = 4,5 \cdot 10^{-6}$$

pH = - lg $4,50 \cdot 10^{-6}$ = 5,4 .

44-nji mesele.

0,1N NH_4Cl gatnaşmagynda 0,1N NaOH ergini bilen, 0,1 N HCl ergininiň titrlemesiniň bökmesini (skaçok) hasaplamaly.

Çözülişi:

$$K_{gidr} = \frac{K_{H_2O}}{K_{NH_4OH}} = \frac{10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 5,7 \cdot 10^{-10} .$$

Onda, ekwiwalent nokadynda:

$$[H^+] = \sqrt{Kgidr \cdot 0,1} = \sqrt{5,7 \cdot 10^{-12} \cdot 0,1} = 7,5 \cdot 10^{-6} .$$

Onda pH = 5,1

NaOH 0,1% ýetmäninde $[H^+] = \frac{0,1 \cdot 0,1}{100 \cdot 2} = 0,5 \cdot 10^{-4}$

pH = - lg 10^{-4} = 4,3.

NaOH 0,1% artykmaç bolanynda degişlilikde, NH_4OH emele gelýär.

Onda $[OH^-] = \frac{1,75 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1 \cdot 0,001 \cdot 2}{2 \cdot 0,1} = 1,75 \cdot 10^{-3}$

$-\lg [H^+] = 8 - 0,24 = 7,76 \sim 7,8$

$pH = 14 - 7,8 = 6,2$.

45-nji mesele.

$5,5 \cdot 10^{-3}$N HCl ($t = 25^0$C) ergininiň pH–y kesgitlemeli.

Ç ö z ü l i ş i :

a) ilki H^+ - ionynyň aktiwligini hasap etmezden diňe konsentrasiýanyň üsti bilen pH-y kesgitläliň:

$pH = -\lg [H^+] = -\lg 5,5 \cdot 10^{-3} = -(\lg 5,5 + \lg 10^{-3}) = -(0,74 - 3) = 2,26$.

b) indi pH-y a_{H+}-ga üsti bilen hasaplalyň.

Ilki ergininiň ion güýjüni kesgitleýäris:

$\mu = {}^1/_2(1^2 \cdot 5,5 \cdot 10^{-3} + 1^2 \cdot 5,5 \cdot 10^{-3}) = 5,5 \cdot 10^{-3}$.

Degişli tablisadan muňa degişli aktiwlik koeffisiýenti K=0,92 .

Onda, $a_{H^+} = C_{H^+} \cdot f = 5,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,92 = 5,0\ 6 \cdot 10^{-3}$g-ion/ℓ

$pH = p\,a_{H^+} = -\lg 5,06 \cdot 10^{-3} = 2,29$.

Diýmek, tapawut $p\,a_{H^+} - pH = 2,29 - 2,26 = 0,03$ ýa-da $(0,03/2,29) \cdot 100 = 1,3\%$.

3. ERGINLERIŇ ION GÜÝJÜNI (μ-de) HASAPLAMAK

Ergininiň ion güýji $\mu = {}^1/_2(Z_1^2 \cdot C_1 + Z_2^2 \cdot C_2 + Z_3^2 \cdot C_3 + Z_4^2 \cdot C_4 + \ldots Z_n^2 \cdot C_n)$

Bu ýerde Z – ionyň zarýady, C – onuň konsentrasiýasy.

1) binar erginleri üçin (NaCl, KNO_3, NH_4Cl....)

$$\mu = C$$

Meselem:

0,01M NaCl ergini üçin

$$\mu = C = 0,01$$

sebäbi

$$\mu = {}^1/_2(1^2 \cdot C_{Na^+} + 1^2 \cdot C_{Cl^-}) = {}^1/_2(1^2 \cdot 0,01 + 1^2 \cdot 0,01) = {}^1/_2 \cdot 0,02 = 0,01$$

çünki

$$NaCl \rightarrow Na^{+} + Cl^{-}$$
$$0{,}01 \qquad 0{,}01 \quad 0{,}01$$

2) $MeAn_2$($BaCl_2$ we ş.m.) üçin, $\mu = 3 \cdot C$;

3) $Me^{+} + An^{--}$ ($CuSO_4$ we ş.m.) üçin, $\mu = 4 \cdot C$;

4) $K_3^{+}An^{3-}$(K_3PO_4) we $K^{3+}An_3^{-}$($Al(NO_3)_3$) erginleri üçin $\mu = 6 \cdot C$.

46-njy mesele.

0,005M $CuSO_4$ we 0,01M $Al(NO_3)_3$ saklaýan erginiň ion güýjüni hasaplamaly.

Çözülişi:

$$CuSO_4 \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-}$$
$$Al(NO_3)_3 \rightarrow Al^{3+} + 3NO_3^{-}$$
$$\mu = \tfrac{1}{2}(2^2 \cdot 0{,}005 + 2^2 \cdot 0{,}005 + 3^2 \cdot 0{,}01 + 1^2 \cdot 0{,}01 \cdot 3) = \tfrac{1}{2}(0{,}02 + 0{,}02 +$$
$$+ 0{,}09 + 0{,}03) = \tfrac{1}{2} \cdot 0{,}16 = 0{,}08.$$

Ýokardaky ion güýjüniň gysgaldylan usulyny ulansak, hem şol netijäni alarys:

$$\mu = 4 \cdot C_{CaSO_4} + 6 \cdot C_{Al(NO_3)_3} = 4 \cdot 0{,}005 + 6 \cdot 0{,}01 = 0{,}08.$$

Haçanda μ 0,01-den uly bolmadyk ýagdaýynda aktiwlik koeffisiýenti f şeýle tapylyp bilner:

$$\lg f = -0{,}5\, Z^2 \sqrt{\mu}\,.$$

Örän gowşak erginlerde, haçanda

$$\mu < 10^{-4} \quad f \sim 1.$$

47-nji mesele.

10^{-4} M $CaCl_2$ erginine CH_3COOK goşulyp, ion güýji $\mu = 0{,}2$ deň bolanda ergindäki Ca^{2+},Cl^{-} we K^{+},CH_3COO^{-} ionlaryň aktiwligini kesgitlemeli.

Çözülişi:

Tablisadan $\mu = 0{,}2$ bolanda, bir walentli ionlaryň aktiwlik koeffisiýentleri f-e deňdir: $f_{K^+} = f_{Cl^-} = 0{,}70$; iki walentli ion üçin $f_{Ca^{2+}} = 0{,}24$.

Onda,

$$a_{Cl^-} = C_{Cl^-} \cdot f_{Cl^-} = C_{CaCl_2} \cdot n \cdot f_{Cl^-} = 10^{-4} \cdot 2 \cdot 0{,}70 = 1{,}4 \cdot 10^{-4}\, g\text{-}ion/\ell$$

$$a_{Ca^{2+}} = C_{Ca^{2+}} \cdot f_{Ca^{2+}} = 10^{-4} \cdot 0{,}24 = 2{,}4 \cdot 10^{-5}\, g\text{-}ion/\ell\,.$$

10^{-4} M $CaCl_2$ ergininiň ion güýji μ deňdir:

$$\mu = {}^1/_2(2^2 \cdot C_{Ca^{2+}} + 1^2 \cdot C_{Cl^-}) = {}^1/_2(2^2 \cdot 10^{-4} + 1^2 \cdot 10^{-4} \cdot 2) = 3 \cdot 10^{-4}$$

$$3 \cdot 10^{-4} << 0{,}2 .$$

Şonuň üçin $3 \cdot 10^{-4}$–i hasaba almasak hem bolýar.

Onda K^+ we CH_3COO^- ionlaryň konsentrasiýalary şeýledir:

$$\mu = C_{duz} .$$

Onda $C_{K^+} = C_{CH_3COO^-} = 0{,}2$ g-ion/ℓ

$$a_{K^+} = C_{K^+} \cdot f_{K^+} = 0{,}2 \cdot 0{,}70 = 0{,}14 \text{ g-ion/}\ell$$

$$a_{CH_3COO^-} = C_{CH_3COO^-} \cdot f_{CH_3COO^-} = 0{,}2 \cdot 0{,}70 = 0{,}14 \text{ g-ion/}\ell.$$

48-nji mesele.

1,0N; 0,1N we 0,01N NH_4OH erginleriniň dissosiasiýa derejesini (α)-ny tapmaly ($K_{NH_4OH} = 1{,}79 \cdot 10^{-5}$).

Çözülişi:

Gowşak elektrolitler şol sanda NH_4OH, ionlara gowşak dargaýar. Ýagny olarda:

$$NH_4OH \rightarrow NH_4^+ + OH^-$$

$$[NH_4^+] = [OH^-] \rightarrow [NH_4OH^-] .$$

Şonuň üçin olarda a we K_{diss} ulanylýar:

Haçanda $\alpha < 0{,}03$ bolanda,

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_{diss}}{C}} .$$

Bu ýerde C – konsentrasiýa.

Onda biziň mysalymyz üçin:

1) $\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{\frac{1{,}79 \cdot 10^{-5}}{1{,}0}} = 4{,}22 \cdot 10^{-3}$ ýa-da 0,422 % ;

2) $\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{\frac{1{,}79 \cdot 10^{-5}}{0{,}1}} = 1{,}34 \cdot 10^{-2}$ ýa-da 1,3 4 % ;

3) $\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{\frac{1,79 \cdot 10^{-5}}{0,1}} = 4,22 \cdot 10^{-2}$ ýa-da 4,22 % .

Görşümiz ýaly, ergin gowşadygyça α ulalýar.

Has kiçi konsentrasiýalarda bolsa, $K = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$

bu ýerden $\alpha^2 + \frac{K}{C}\alpha - \frac{K}{C} = 0$ deňlemäniň üsti bilen α tapylýar.

Meselem, biziň mysalymyzda $C_{NH_4OH} = 10^{-5}$ N bolsun.

Onda, $\alpha^2 + \frac{1,79 \cdot 10^{-5}}{10^{-5}}\alpha - \frac{1,79 \cdot 10^{-5}}{10^{-5}} = 0$

$\alpha^2 + 1,79\alpha - 1,79 = 0$

$\alpha = \frac{1,79}{2} \pm \sqrt{0,9^2 + 1,79} = -9 + 1,61 = 0,71$ ýa – da 71% .

49-njy mesele.

NH_4NO_3 duzunyň gidroliziniň konstantasyny tapmaly (t=18^{0}C)

Çözülişi:

Gowşak esas we güýçli kislotanyň duzy üçin:

$$K_{gidr} = \frac{K_{H_2O}}{K_{esas}}$$

$$NH_4NO_3 + H_2O \rightarrow NH_4OH + HNO_3$$

$$NH_4^+ + H_2O \rightarrow NH_4OH + H^+$$

18 ^{0}C – de

$$K_{H_2O} = 0,74 \cdot 10^{-14}$$

$$K_{NH_4OH} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

$$K_{gidr} = \frac{K_{H_2O}}{K_{esas}} = \frac{0,74 \cdot 10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 4,23 \cdot 10^{-10}.$$

50-nji mesele.

NH_4Cl, NH_4Br, NH_4I (t=18°C) duzlarynyň gidroliziniň konstantasyny tapmaly.

Çözülişi:

$$NH_4Cl+H_2O \rightarrow NH_4OH+HCl$$
$$NH_4Br+H_2O \rightarrow NH_4OH+HBr$$
$$NH_4I+H_2O \rightarrow NH_4OH+HI.$$

Umumy halda

$$NH_4^+ + H_2O \rightarrow NH_4OH + H^+.$$

Şonuň üçin bularyň hemmesiniň K_{digr} birmeňzeşdir we NH_4NO_3-üň K_{digr}–na deňdir, ýagny

$K_{digr} = 4{,}23 \cdot 10^{-10} (18° C)$.

51-nji mesele.

0,05N NH_4NO_3 (t=18°C) ergininiň wodorod ionlarynyň aktiwligini, pH we gidroliz derejesini kesgitlemeli:

a_{H^+} - ? ; pH - ? ; α_{gidr} - ?

Çözülişi:

$K_{NH_4OH} = 1{,}75 \cdot 10^{-5} > 1 \cdot 10^{-5}$ we

$C_{NH_4NO_3} > 10^{-3}$.

Onda, $[H^+] = \sqrt{K_{digr} \cdot C_{duz}} = \sqrt{\dfrac{K_{H_2O} \cdot C_{duz}}{K_{esas}}}$

$K_{digr} = 4{,}23 \cdot 10^{-10}$ (18°C).

Onda, $[H^+] = \sqrt{4{,}23 \cdot 10^{-10} \cdot 0{,}05} = 4{,}6 \cdot 10^{-6}$ g-ion/ℓ .

Ion güyji $\mu = {}^1/_2(1^2 \cdot 0{,}05 + 1^2 \cdot 0{,}05) = 0{,}05$.

Oňa degişli bolan $f_{H^+} = 0{,}81$.

Onda, $a_{H^+} = f_{H^+} \cdot [H^+] = 0{,}81 \cdot 4{,}6 \cdot 10^{-6} = 3{,}72 \cdot 10^{-6}$ g-ion/ℓ .

$pH = -\lg a_{H^+} = -\lg 3{,}72 \cdot 10^{-6} = -\lg 3{,}72 + 6 = -0{,}57 + 6 = 5{,}43$.

$$\alpha_{digr} = \frac{[H^+]}{C_{NH_4NO_3}} = \frac{4{,}6 \cdot 10^{-6}}{0{,}05} = 9{,}2 \cdot 10^{-5} = 9{,}2 \cdot 10^{-3}\ \%$$

ýa-da

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{K_{NH_4OH} \cdot C_{NH_4NO_3}}} = \sqrt{\frac{0{,}74 \cdot 10^{-14}}{1{,}75 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}05}} = 9 \cdot 10^{-5} = 9 \cdot 10^{-3}\ \%.$$

52-nji mesele.

0,1N NH_4Cl ergininde pH we α_{gidr} ululyklaryny tapmaly (t=18°C)

Çözülişi:

$$K_{gidr} = \frac{K_{H_2O}}{K_{NH_4OH}} = \frac{0,74 \cdot 10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 4,23 \cdot 10^{-10}$$

$$K_{NH_4OH} > 1 \cdot 10^{-5};\ C_{NH_4Cl} > 10^{-3}.$$

Onda:

$$[H^+] = \sqrt{K_{gidr} \cdot C_{NH_4Cl}} = \sqrt{4,23 \cdot 10^{-10} \cdot 0,1} = 6,5 \cdot 10^{-6}\ \text{g-ion}/\ell$$

$$\mu = {}^1/_2(1^2 \cdot 0,1 + 1^2 \cdot 0,1) = 0,1$$

$$f_{H^+} = 0,78$$

$$a_{H^+} = f_{H^+} \cdot [H^+] = 0,78 \cdot 6,5 \cdot 10^{-6} = 5,07 \cdot 10^{-6}\ \text{g-ion}/\ell$$

$$pH = -\lg a_{H^+} = -\lg 5,07 \cdot 10^{-6} = 5,29$$

$$a_{digr} = \frac{[H^+]}{C_{NH_4Cl}} = \frac{6,5 \cdot 10^{-6}}{0,1} = 6,5 \cdot 10^{-5} = 6,5 \cdot 10^{-3}\ \%.$$

53-nji mesele.

$CH_3COOHNa$, NaCN, $NaHCO_3$, $KHSO_3$, NaHS maddalaryň K_{gidr} ululygyny tapmaly.

Çözülişi:

Gowşak kislota we güýçli esasyň duzy üçin:

$$K_{gidr} = \frac{K_{H_2O}}{K_{kisl}}$$

$$K_{CH_3COOH} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

$$K^1_{H_2CO_3} = 4,3 \cdot 10^{-7}$$

$$K^1_{H_2S} = 5,7 \cdot 10^{-7}$$

$$K_{HCN} = 7,2 \cdot 10^{-10}$$

$$K^1_{H_2SO_3} = 1,7 \cdot 10^{-2}$$

Bu ýerde (K^1– bir basgançakly dissosiasiýa). Onda:

$$K_{gidr}^{CH_3COONa} = \frac{K_{H_2O}}{K_{CH_3COOH}} = \frac{1,27 \cdot 10^{-14}(25°C)}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 7,25 \cdot 10^{-10};$$

$$K_{gidr}^{NaCN} = \frac{K_{H_2O}}{K_{HCN}} = \frac{1,27 \cdot 10^{-14}(25°C)}{7,2 \cdot 10^{-10}} = 1,76 \cdot 10^{-5};$$

$$K_{gidr}^{NaHCO_3} = \frac{K_{H_2O}}{K'_{H_2CO_3}} = \frac{1,27 \cdot 10^{-14}(25°C)}{4,3 \cdot 10^{-7}} = 2,94 \cdot 10^{-8};$$

$$K_{gidr}^{KHCO_3} = \frac{K_{H_2O}}{K'_{H_2SO_3}} = \frac{1,27 \cdot 10^{-14}(25°C)}{1,7 \cdot 10^{-2}} = 7,46 \cdot 10^{-12};$$

$$K_{gidr}^{NaHS} = \frac{K_{H_2O}}{K'_{H_2S}} = \frac{1,27 \cdot 10^{-14}(25°C)}{5,7 \cdot 10^{-8}} = 2,23 \cdot 10^{-7}.$$

$NaHCO_3$, $KHSO_3$, NaHS üçin K_{gidr} hasaplananda birinji basgançagyň K_{diss} ulanylýar. Şeýlelikde, gidroliz ikinji basgançak boýunça geçýär:

$$NaHCO_3 + H_2O \rightarrow NaOH + H_2CO_3$$

$$KHSO_3 + H_2O \rightarrow KOH + H_2SO_3$$

$$NaHS + H_2O \rightarrow NaOH + H_2S.$$

54-nji mesele.

0,01 M NaCN erginiň pH we α_{gidr} ululyklaryny tapmaly ($t = 25°C$).

Çözülişi:

$$\mu = {}^1/_2(1^2 \cdot 0,01 + 1^2 \cdot 0,01) = 0,01$$

$$f = 0,89$$

$$K_{gidr} = \frac{K_{H_2O}}{K_{kisl}} = \frac{1,27 \cdot 10^{-14}}{7,2 \cdot 10^{-10}} = 1,76 \cdot 10^{-5}.$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_{gidr} \cdot C_{NaCN}} = \sqrt{1,76 \cdot 10^{-5} \cdot 0,01} = \sqrt{17,6 \cdot 10^{-8}} =$$

$$= 4,2 \cdot 10^{-4} g\text{-}ion/\ell.$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_{gidr} \cdot C_{NaCN}} = \sqrt{1,76 \cdot 10^{-5} \cdot 0,01} = \sqrt{17,6 \cdot 10^{-8}} =$$

$$= 4,2 \cdot 10^{-4} g\text{-}ion/\ell .$$

$$a_{OH^-} = 4,2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,89 = 3,7 \cdot 10^{-4} g\text{-}ion/\ell.$$

$$pH = pK_{H_2O} - pOH = 13,90 - (-\lg a_{OH}) = 13,90 - (-\lg 3,7 \cdot 10^{-4}) =$$

$$= 13,90 - \lg 3,7 + 4 = 13,90 - 0,5682 + 4 = 13,90 - 3,43 = 10,57 .$$

$$\alpha_{gidr} = \frac{[OH^-]}{C_{NaCN}} = \frac{4,2 \cdot 10^{-4}}{0,01} = 4,2 \cdot 10^{-2} = 4,2\% .$$

55-nji mesele.

Analiz netijesinde şu maglumatlar alnan (%): x_1=35,3; x_2=35,4; x_3=35,2; x_4=35,5; x_5=35,3. Şu netijeleri statistiki taýdan işlemeli.

Ç ö z ü l i ş i :

Orta arifmetiki baha:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{5} = \frac{35,3 + 35,4 + 35,2 + 35,5 + 35,3}{5} = 35,35\%.$$

Bir bölek ölçegiň orta arifmetiki ýalňyşy:

$$r_n = \frac{[\bar{x} - x_1] + [\bar{x} - x_2] + [\bar{x} - x_3] + [\bar{x} - x_4] + [\bar{x} - x_5]}{n} =$$

$$= \frac{[35,35 - 35,3] + [35,35 - 35,4] + [35,35 - 35,2] + [35,35 - 35,5] + [35,35 - 35,3]}{5} =$$

$$= \frac{0,05 + 0,05 + 0,15 + 0,15 + 0,05}{5} = 0,09.$$

Has takyk orta kwadrat ýalňyş:

$$S_n = \sqrt{\frac{(\bar{x} - x_1)^2 + (\bar{x} - x_2)^2 + (\bar{x} - x_3)^2 + (\bar{x} - x_4)^2 + (\bar{x} - x_5)^2}{n - 1}} =$$

$$= \sqrt{\frac{0,05^2 + 0,05^2 + 0,15^2 + 0,15^2 + 0,05^2}{5 - 1}} = 0,05 .$$

Orta netijäniň orta ýalňyşy şu aşakdaka deňdir:

$$r = \frac{r_n}{\sqrt{n}} \text{ ýa-da } S = \frac{S_n}{\sqrt{n}} \quad r = \frac{0,09}{\sqrt{5}} = 0,04; \; S = \frac{0,05}{\sqrt{5}} = \frac{0,05}{2,23} = 0,02.$$

Stýudentiň koeffisiýenti ($t_{\alpha,n}$) α= 95% we n = 5 bahalarda: $t_{95\%,5} \sim 2,6$.

Stýudentiň koeffisiýentiniň bahalary:

n	Ähtimallyk (%)					
	60	80	90	95	99	99,9
Studentiň koeffisiýentleri (α,n)						
2	1,4	3,1	6,3	12,7	64	637
4	1,0	1,6	2,4	3,2	5,8	12,9
6	0,9	1,5	2,0	2,6	4,0	6,9
8	0,9	1,4	1,9	2,4	3,5	5,4
10	0,9	1,4	1,8	2,3	3,3	4,8

Ähtimal ýalňyş:

$$r_\alpha \text{ ýa – da } S_\alpha$$

$$r_\alpha = r \cdot t_{\alpha,n} = 0,04 \cdot 2,6 = 0,104$$

$$S_\alpha = S \cdot t_{\alpha,n} = 0,02 \cdot 2,6 = 0,052.$$

Onda analiziň netijesi şeýle aňladylyp bilner: 35,35% ± 0,05; ($x \pm S_0$) (95% ähtimallyk bilen). Adatça, ähtimallygy 90 – 95% alýarlar.

4. ÇÖKÜNDILERIŇ EREÝJILIGI

56-njy mesele.

Ag_2CO_3 – üň 20^0C-de ereýjiligi $3,17 \cdot 10^{-2}$ g/ℓ

EKH$_{Ag_2CO_3}$ – ?

Çözülişi:

$3,17 \cdot 10^{-2}$ g/ℓ –i, mol/ℓ–e geçirýäris.

$$\frac{3,17 \cdot 10^{-2}}{M_{Ag_2CO_3}} = \frac{3,17 \cdot 10^{-2}}{276} = 1,15 \cdot 10^{-4} \text{g-mol/ℓ}$$

$$Ag_2CO_3 = 2Ag^+ + CO_3^{2-}$$

$$[Ag_2CO_3] = 1{,}15 \cdot 10^{-4}\ g\text{-}mol/\ell$$

$$[Ag^+] = 2 \cdot 1{,}15 \cdot 10^{-4}\ g\text{-}ion/\ell$$

$$[CO_3^{2-}] = 1{,}15 \cdot 10^{-4}\ g\text{-}ion/\ell$$

$$EKH_{Ag_2CO_3} = [Ag^+]^2 \cdot [CO_3^{2-}] = [2 \cdot 1.15 \cdot 10^{-4}]^2 \cdot [1{,}15 \cdot 10^{-4}] = 6{,}08 \cdot 10^{-12}.$$

57-nji mesele.

25^0C–de $Pb_3(PO_4)_2$-niň. EKH=$7{,}9 \cdot 10^{-43}$. Şu duzuň ereýjiligini (g/ℓ) hem-de her ionuň doýgun ergindäki konsentrasiýasyny hasaplamaly.

Çözülişi:

$$Pb_3(PO_4)_2 \rightleftarrows \underset{3x}{3Pb^{2+}} + \underset{2x}{2PO_4^{3-}}.$$

Molýar konsentrasiýany *x (g-mol/l)* diýip aňlatsak alarys:

$$[Pb^{2+}] = 3x$$

$$[PO_4^{3-}] = 2x$$

$$EKH = [Pb^{2+}]^3 \cdot [PO_4^{3-}]^2 = [3x]^3 \cdot [2x]^2 = 108x^5 = 7{,}9 \cdot 10^{-43}$$

$$x = 1{,}5 \cdot 10^{-9}\ \ g\text{-}mol/\ell.$$

Indi ionlaryň konsentrasiýasyny g/l-de tapmak üçin degişlilik-de olary, molekulýar, atom we ion agramlaryna köpeldyäris:

$$[Pb_3(PO_4)_2] = 1{,}5 \cdot 10^{-9} \cdot 812 = 12{,}2 \cdot 10^{-7}\ g/\ell$$

$$[Pb^{2+}] = 3 \cdot 207 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-9} = 9{,}1 \cdot 10^{-7}\ g/\ell$$

$$[PO_4^{3-}] = 2 \cdot 95 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-9} = 2{,}7 \cdot 10^{-7} g/\ell.$$

Başgaça, ereýjiligi şu formula bilen tapmak bolýar:

$$E_{KtaAnb} = \sqrt[a+b]{\frac{EKH_{KtaAnb}}{a^a \cdot b^b}} = \sqrt[3+2]{\frac{7{,}9 \cdot 10^{-43}}{3^3 \cdot 2^2}} = \sqrt[5]{\frac{7{,}9 \cdot 10^{-43}}{108}} =$$

$$= \sqrt[5]{\frac{79 \cdot 10^{-45}}{108}} = \sqrt[5]{7{,}31 \cdot 10^{-45}} = 1{,}5 \cdot 10^{-9} g\text{-}mol/\ell =$$

$$= 1{,}5 \cdot 10^{-9} \cdot 812 = 12{,}2 \cdot 10^{-7}\ g/\ell.$$

Görşümiz ýaly, bu baha ýokardaky bilen gabat gelýär.

58-nji mesele.

$$Mg(OH)_2 \text{ –niň EKH} = 1{,}8\cdot10^{-11}.$$

Bu gidroksidiň arassa suwdaky we 0,02 M $Mg(NO^3)^2$ ergininde-ki ereýjiligini tapmaly.

Çözülişi:

$$\underset{x}{Mg(OH)_2} \rightleftarrows \underset{x}{Mg^{2+}} + \underset{2x}{2OH^-}$$

$$E_{Mg(OH)_2} = [Mg^{2+}]\cdot[OH^-]^2 = x\cdot(2x)^2 = 4x^3 = 1{,}8\cdot10^{-11}$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{1{,}8\cdot10^{-11}}{4}} = 1{,}65\cdot10^{-4}\ g\text{-}mol/\ell.$$

Diýmek, arassa suwda $Mg(OH)_2$ ereýjiligi $1{,}65\cdot10^{-4}$ g-mol/ℓ deň. 0,02 M $Mg(NO_3)_2$ ergininde:

$$\underset{0{,}02}{Mg(NO_3)_2} \rightarrow Mg^{2+} + \underset{0{,}02}{2NO_3^-}$$

$$[Mg^{2+}] = 0{,}02\ .$$

$$EKH = [Mg^{2+}]\cdot[OH^-]^2 = 0{,}02\cdot(2x)^2 = 0{,}02\cdot4x^2 = 0{,}08x^2 = 1{,}8\cdot10^{-11}$$

$$x = \sqrt{\frac{1{,}8\cdot10^{-11}}{0{,}08}} = 1{,}5\cdot10^{-5}\ g\text{-}mol/\ell.$$

Muny arassa suwdaky ereýjilik ($1{,}65\cdot10^{-4}$) bilen deňeşdirsek:

$$\frac{1{,}65\cdot10^{-4}}{1{,}5\cdot10^{-5}} = \frac{16{,}5\cdot10^{-5}}{1{,}5\cdot10^{-5}} = 11$$

0,02M $Mg(NO_3)_2$–da $Mg(OH)_2$ –niň ereýjiligi 11 esse peselipdir.

59-njy mesele.

Eger 1*l* doýgun erginde $6{,}93\cdot10^{-2}$g $CaCO_3$ bar bolsa, şol duzuň EKH kesgitlemeli.

Çözülişi:

$$\frac{6{,}93\cdot10^{-2}}{M_{CaCO_3}} = \frac{6{,}93\cdot10^{-2}}{100} = 6{,}93\cdot10^{-4}\ g\text{-}mol/\ell$$

$$CaCO_3 \rightleftarrows Ca^{2+} + CO_3^{2-}$$

$$[CaCO_3] = [Ca^{2+}] = [CO_3^{2-}] = 6{,}93\cdot10^{-3}$$

$$EKH_{CaCO_3} = [Ca^{2+}]\cdot[CO_3^{2-}] = 6{,}93\cdot10^{-4}\cdot6{,}93\cdot10^{-4} = 4{,}8\cdot10^{-7}.$$

60-njy mesele.

Eger-de $EKH_{BaCrO_4}=2{,}4\cdot10^{-10}$ bolsa, onuň 200 ml doýgun ergininde näçe gram $BaCrO_4$ bar?

Çözülişi:

$$BaCrO_4 \rightleftarrows Ba^{2+} + CrO_4^{2-}$$

$$[Ba^{2+}]\cdot[CrO_4^{2-}] = 2{,}4\cdot10^{-10}$$

$$[Ba^{2+}] = [CrO_4^{2-}] = x$$

$$[Ba^{2+}]\cdot[CrO_4^{2-}] = x^2 = 2{,}4\cdot10^{-10}$$

$x = \sqrt{2{,}4\cdot10^{-10}} = 1{,}6\cdot10^{-5}$ g-mol/ℓ ýa-da g/ℓ-de:

$x = 1{,}6\cdot10^{-5}\cdot\mu_{BaCrO_4} = 1{,}6\cdot10^{-5}\cdot253{,}33 = 4{,}05\cdot10^{-3}$ g/ℓ.

Onda, 200 ml–de

$$x = \frac{200}{1000}\cdot4{,}05\cdot10^{-3} = 0{,}81\cdot10^{-3}\text{g} = 0{,}8\text{mg}.$$

61-nji mesele.

200 ml suwy doýurmak üçin, 0,71mg $BaCrO_4$ gerek. EKH_{BaCrO_4}– i tapmaly.

Çözülişi:

1 *l* suwdaky $BaCrO_4$:

$$\frac{1000}{200}\cdot0{,}71 = 5\cdot0{,}71 = 3{,}55\,mg = 0{,}00355\,g/\ell = 3{,}55\cdot10^{-3}\text{g}/\ell\ .$$

Ony g-mol/ℓ geçirýäris: $\dfrac{3{,}55\cdot10^{-3}}{M_{BaCrO_4}} = \dfrac{3{,}55\cdot10^{-3}}{253{,}3} = 1{,}4\cdot10^{-5}$g- mol/ℓ.

$BaCrO_4 = Ba^{2+} + CrO_4^{2-}$

$1{,}4\cdot10^{-5}$ $1{,}4\cdot10^{-5}$ $1{,}4\cdot10^{-5}$

$EKH = [Ba^{2+}]\cdot[CrO_4^{2-}] = 1{,}4\cdot10^{-5}\cdot1{,}4\cdot10^{-5} = 2\cdot10^{-10}$.

62-nji mesele.

25°C –de : $EKH_{PbSO_4} = 1{,}8\cdot10^{-8}$; $EKH_{MgCO_3} = 1{,}0\cdot10^{-5}$;

$EKH_{BaCrO_4} = 2{,}4\cdot10^{-10}$; $EKH_{Zn(OH)_2} = 1{,}0\cdot10^{-17}$.

1 litr doýgun erginlerinde g/ℓ– de tapmaly:

a) $[Pb^{2+}]$; b) $[Mg^{2+}]$; ç) $[Ba^{2+}]$; d) $[Zn^{2+}]$.

Çözülişi:

b) $PbSO_4 = Pb^{2+} + SO_4^{2-}$;

$EKH = [Pb^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$

$[Pb^{2+}] = \sqrt{EKH_{PbSO_4}} = \sqrt{1{,}8 \cdot 10^{-8}} = 1{,}34 \cdot 10^{-4}$ g - ion/l

$[Pb^{2+}] = 1{,}34 \cdot 10^{-4} \cdot A_{Pb} = 1{,}34 \cdot 10^{-4} \cdot 207 = 277{,}3 \cdot 10^{-4} =$

$= 2{,}8 \cdot 10^{-2} g/l$.

ç) $[Mg^{2+}] = \sqrt{1{,}0 \cdot 10^{-5}} = \sqrt{10 \cdot 10^{-6}} = 3{,}16 \cdot 10^{-3}$ g -ion/ℓ ýa-da

$3{,}16 \cdot 10^{-3} \cdot 24 = 75{,}84 \cdot 10^{-3} = 7{,}6 \cdot 10^{-2}$ g/ℓ.

d) $[Ba^{2+}] = \sqrt{2{,}4 \cdot 10^{-10}} = 1{,}54 \cdot 10^{-5}$ g-mol/l ýa-da

$1{,}54 \cdot 10^{-5} \cdot 137{,}3 = 211{,}4 \cdot 10^{-5} = 2{,}11 \cdot 10^{-3}$ g/ℓ.

e) $\underset{x}{Zn(OH)_2} = \underset{x}{Zn^{2+}} + \underset{2x}{2OH^-}$

$EKH_{(ZnOH)_2} = [Zn^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = x \cdot [2x]^2 = 4x^3$

$4x^3 = 1{,}0 \cdot 10^{-17} = 10 \cdot 10^{-18}$

$$x = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 10^{-18}}{4}} = \sqrt[3]{2{,}5 \cdot 10^{-18}} = 1{,}35 \cdot 10^{-6} \text{ g-mol/ℓ}.$$

Onda g/ℓ-de $[Zn^{2+}] = 1{,}35 \cdot 10^{-6} \cdot A_{Zn} = 1{,}35 \cdot 10^{-6} \cdot 65{,}3 = 88 \cdot 10^{-6} =$

$= 8{,}8 \cdot 10^{-5}$ g/ℓ.

63-nji mesele.

Eger $EKH_{PbI_2} = 8{,}7 \cdot 10^{-9}$ bolsa, PbI_2 maddasynyň doýgun ergininiň 1 ml – däki Pb^{2+} we I^- ionlarynyň gram mukdaryny tapmaly.

Çözülişi:

$\underset{x}{PbI_2} = \underset{x}{Pb^{2+}} + \underset{2x}{2I^-}$

$$EKH = x \cdot [2x]^2 = 4x^3$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{EKH}{4}} = \sqrt[3]{\frac{8{,}7 \cdot 10^{-9}}{4}} = \sqrt[3]{2{,}17 \cdot 10^{-9}} = 1{,}3 \cdot 10^{-3}$$

$[Pb^{2+}] = 1{,}3 \cdot 10^{-3}$ g-mol/ℓ ýa-da $1{,}3 \cdot 10^{-3} \cdot 207 = 2{,}69 \cdot 10^{-1}$ g/ℓ .

Onda 1ml-de

$$\frac{2,69 \cdot 10^{-1}}{1000} = 2,69 \cdot 10^{-4} \text{ g}$$

$[I^-]=2\cdot x=2\cdot 1,3\cdot 10^{-3}=2,6\cdot 10^{-3}$ g-mol/ℓ ýa-da

$2,6\cdot 10^{-3}\cdot 127=3,3\cdot 10^{-1}$ g/ℓ;

1 ml-de $\frac{3,3 \cdot 10^{-1}}{1000} = 3,3 \cdot 10^{-4}$ g.

64-nji mesele.

$CaCrO_4$ –üň ereýjiligi $4,2\cdot 10^{-5}$ g–mol/ℓ (18°C). EKH–ny tapmaly.

Çözülişi:

$$CaCrO_4 = Ca^{2+} + CrO_4^{2-}$$

$$\overset{x}{4,2\cdot 10^{-5}} \quad \overset{x}{4,2\cdot 10^{-5}} \quad \overset{x}{4,2\cdot 10^{-5}}$$

$$EKH=[Ca^{2+}]\cdot[CrO_4^{2-}]=4,2\cdot 10^{-5}\cdot 4,2\cdot 10^{-5}=17,64\cdot 10^{-10}=1,76\cdot 10^{-9}.$$

65-nji mesele.

$EKH_{CaCrO_4} = 2\cdot 10^{-9}$ mol/ℓ. Şol duzuň 1 gramyny eretmek üçin näçe suw gerek?

Çözülişi:

$$CaCrO_4 = Ca^{2+} + CrO_4^{2-}$$

$$\underset{x}{} \quad \underset{x}{} \quad \underset{x}{}$$

$$EKH = x \cdot x = x^2$$

$$x = \sqrt{EKH} = \sqrt{2 \cdot 10^{-9}} = \sqrt{20 \cdot 10^{-10}} = 4,47 \cdot 10^{-5} \text{ g -mol/ℓ.}$$

Ereýjilik g/ℓ:

$4,47\cdot 10^{-5} \cdot \mu_{CaCrO_4} = 4,47\cdot 10^{-5}\cdot 128 = 5,72\cdot 10^{-3}$ g/ℓ .

Onda, $5,72\cdot 10^{-3}$ g —— 1000 ml

1 g —— x ml

$$x = \frac{1 \cdot 1000}{5,72 \cdot 10^{-3}} = \frac{1000}{0,00572} = 174825 \text{ ml} = 174,8 \ell .$$

66-njy mesele.

AgCl – nyň doýgun ergininiň 100 ml –ine1,7 mg $AgNO_3$ goşdular. $EKH_{AgCl} = 2\cdot 10^{-10}$ $[Cl^-]$ -?

10*

Çözülişi:

1) AgCl doýgun ergininde:

$$\underset{x}{AgCl} \rightarrow \underset{x}{Ag^+} + \underset{x}{Cl^-}$$

$$[Ag^+] = x = \sqrt{EKH_{AgCl}} = \sqrt{2 \cdot 10^{-10}} = 4{,}41 \cdot 10^{-5} \text{g-ion}/\ell.$$

2) 100 ml - 1,7 mg $AgNO_3$.

Onda, 1 ℓ– e: $\frac{1000}{100} \cdot 1{,}7 = 17$ mg $AgNO_3$.

Ondaky Ag^{2+}

$$[Ag^{2+}] = \frac{17}{A_{Ag}} = \frac{17}{108} = 0{,}157 \text{ mg-ion}/\ell = 0{,}000157 =$$

$$= 1{,}57 \cdot 10^{-4} \text{g-ion}/\ell.$$

Onda, Ag^+- laryň umumykonsentrasiýasy:

$$\Sigma[Ag^+] = 1{,}41 \cdot 10^{-5} + 1{,}57 \cdot 10^{-4} = 0{,}141 \cdot 10^{-4} + 1{,}57 \cdot 10^{-4} = 1{,}71 \cdot 10^{-4} \text{g-ion}/\ell$$

$$EKH_{AgCl} = [Ag^+] \cdot [Cl^-]$$

$$[Cl^-] = \frac{EKH_{AgCl}}{[Ag^+]} = \frac{2 \cdot 10^{-10}}{1{,}71 \cdot 10^{-4}} = 1{,}16 \cdot 10^{-6} \text{g-ion}/\ell.$$

67-nji mesele.

0,001N $SrCl_2$ we 0,001 N K_2SO_4 deň göwrümleri garylanda, $SrSO_4$ çökündisi emele gelermi?

$$EKH_{SrSO_4} = 2{,}8 \cdot 10^{-7}.$$

Çözülişi:

Sr^{2+} we SO_4^{2-} ionlarynyň konsentrasiýalary garylandan soň deňdir: $\frac{0{,}001}{2 \cdot 2} = 2{,}5 \cdot 10^{-4}$

$EKH_{SrSO_4} = [Sr^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = 2{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-4} = 6{,}3 \cdot 10^{-8}$.

Bu bolsa EKH_{SrSO_4}–den kiçi, ýagny

$6{,}3 \cdot 10^{-8} < 2{,}8 \cdot 10^{-7}$.

Şonuň üçin $SrSO_4$ çökündisi emele gelmeýär.

68-nji mesele.

$BaCrO_4$ ($EKH_{BaCrO_4} = 1{,}62 \cdot 10^{-7}$) K_2SO_4 ergini bilen işlenen.

Kesgitlemeli:

a) $BaSO_4$ ($EKH_{BaSO_4} = 1{,}1\cdot10^{-10}$) çökündisi emele gelermi?

b) konsentrasiýalaryň haýsy gatnaşygynda deňagramlylyk dörär?

Çözülişi:

a) çökündi emele gelýär, haçanda:

$$[Ba^{2+}]\cdot[SO_4^{2-}] > EKH_{BaSO_4}$$

ýa-da

$$[Ba^{2+}] > \frac{EKH_{BaSO_4}}{[SO_4^{2-}]};\ [Ba^{2+}] = \frac{EKH_{BaCrO_4}}{[CrO_4^{2-}]}\ .$$

Şunlukda, $BaCrO_4$–üň $BaSO_4$–e öwrülmegi bolup biler, eger:

$$\frac{EKH_{BaCrO_4}}{[CrO_4^{2-}]} > \frac{EKH_{BaSO_4}}{[SO_4^{2-}]} \text{ ýa-da } \frac{[SO_4^{2-}]}{[CrO_4^{2-}]} > \frac{EKH_{BaSO_4}}{EKH_{BaCrO_4}}$$

$$\frac{EKH_{BaCrO_4}}{[CrO_4^{2-}]} = 0{,}4\cdot10^{-3};\ \frac{EKH_{BaSO_4}}{[SO_4^{2-}]} = 1{,}1\cdot10^{-5}$$

$$0{,}4\cdot10^{-3} > 1{,}1\cdot10^{-5}\ .$$

Çökündi emele geler. Ýagny şu ýagdaýda:

$$\frac{[SO_4^{2-}]}{[CrO_4^{2-}]} > \frac{1{,}1\cdot10^{-10}}{1{,}62\cdot10^{-7}} \text{ ýa-da } \frac{[SO_4^{2-}]}{[CrO_4^{2-}]} > 0{,}68\cdot10^{-3}\ .$$

Diýmek, $BaCrO_4$-i $BaSO_4$-e öwürmek üçin, $[SO_4^{2-}]$ $[CrO_4^{2-}]$ –den $1 : 0{,}68\cdot10^{-3}$ esse, ýagny 1500 esse kiçi bolmaly. Şonda deňagramlylyk dörär.

69-njy mesele.

15^0C – de Ag_2CrO_4 – üň ereýjiligini, aktiwlik koeffisiýentlerini hasaba almak arkaly $[Ag^+]$, $[CrO_4^{2-}]$ g/ℓ–de kesgitlemeli.

$EKH_{Ag_2CrO_4} = 1{,}2\cdot10^{-12}$

Çözülişi:

Takmynan, (akt.koef. f hasaba almany) ereýjiligi (R) hasaplalyň:

$$EKH_{Ag_2CrO_4} = [Ag^+]^2\cdot[CrO_4^{2-}] = (2R)^2\cdot R = 4R^3 = 1{,}2\cdot10^{-12}$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{1{,}2\cdot10^{-12}}{4}} = 6{,}7\cdot10^{-5}\ \text{g-mol/ℓ}$$

$$[CrO_4^{2-}] = 6{,}7\cdot10^{-5}$$

$$[Ag^+] = 2\cdot6{,}7\cdot10^{-5} = 1{,}3\cdot10^{-4}\ .$$

Indi erginiň ion güýjüni (μ)-da hasaplaýarys:

$\mu = {}^1/_2(2\cdot6{,}7\cdot10^{-5}\cdot1^2 + 6{,}7\cdot10^{-5}\cdot2^2) = 2{,}0\cdot10^{-4}$

$\lg f_{Ag} = -0{,}5\cdot1^2\sqrt{2{,}0\cdot10^{-4}} = -0{,}007 = 1{,}993$

$f_{Ag} = 0{,}98$

$\lg f_{CrO_4^{2-}} = -0{,}5\cdot2^2\sqrt{2{,}0\cdot10^{-4}} = -0{,}028 = 1{,}972$

$\lg f_{CrO_4^{2-}} = 0{,}94$.

Onda:

$EKH_{Ag_2CrO_4} = [Ag^+]^2\cdot f_{Ag}^2\cdot[CrO_4^{2-}]\cdot f_{CrO_4^{2-}} = 4R^3\cdot f_{Ag}^2\cdot f_{CrO_4^{2-}}$.

Bu ýerden:

$$R = \sqrt[3]{\frac{EKH_{Ag_2CrO_4}}{4f_{Ag}^2\cdot f_{CrO_4^{2-}}}} = \sqrt[3]{\frac{1{,}2\cdot10^{-12}}{4\cdot0{,}98^2\cdot0{,}94}} = 6{,}9\cdot10^{-5}\,g\text{-}mol/\ell$$

ýa-da olar g/ℓ-de:

$[Ag_2CrO_4] = 6{,}9\cdot10^{-5}\cdot\mu_{Ag_2CrO_4} = 0{,}0081\ g/\ell$

$[CrO_4^{2-}] = 6{,}9\cdot10^{-5}\cdot\mu_{CrO_4^{2-}} = 0{,}0081\ g/\ell$

$[Ag^+] = 6{,}9\cdot10^{-5}\cdot A_{Ag}\cdot2 = 0{,}0150\ g/\ell$.

Ion güýjüniň uly bolmanlygy üçin onuň hasaba alnyşy, ereýjilige uly täsir etmedi: $6{,}7\cdot10^{-5} \sim 6{,}9\cdot10^{-5}$.

70-nji mesele.

0,05M KNO_3 ergininiň AgSCN– iň (kümüş rodanidiniň) ereýjiligine duz effektini hasaplamaly.

$EKH_{AgSCN} = 1{,}1\cdot10^{-12}$

Çözülişi:

f =1 bolanda, AgSCN-iň arassa suwda ereýjiligini (R) hasaplalyň:

$R = \sqrt{EKH_{AgSCN}} = \sqrt{1{,}1\cdot10^{-12}} = 1{,}05\cdot10^{-6}\ g\text{-}mol/\ell = [Ag^+] = [SCN^-]$.

Ion güýji: $\mu = {}^1/_2(0{,}05\cdot1^2\cdot1 + 0{,}05\cdot1^2 + 1{,}05\cdot10^{-6}\cdot1^2 + 1{,}05\cdot10^{-6}\cdot1^2) = 0{,}05$

f_{Ag^+} ; f_{SCN^-}

$$\lg f_{Ag} = -\frac{-0,5 \cdot 1^2 \sqrt{0,05}}{1+\sqrt{0,05}} = -0,09 = \bar{1},91$$

$$f_{Ag} = 0,81 = f_{SCN^-}$$

$$EKH_{AgSCN} = [Ag^+] f_{Ag} \cdot [SCN^-] f_{SCN^-} = R^2 \cdot f^2 = 1,1 \cdot 10^{-12}$$

$$R = \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^{-12}}{0,81^2}} = 1,3 \cdot 10^{-6} .$$

Onda duz effekti deňdir: $1,3 \cdot 10^{-6} - 1,05 \cdot 10^{-6} = 0,25 \cdot 10^{-6}$ g-mol/ℓ .
Diýmek, duz effektiniň hasabyna AgSCN 0,05M KNO_3 ergi-nindäki ereýjiligi $\frac{1,30 \cdot 10^{-6}}{1,05 \cdot 10^{-6}} = 1,24$ esse köpeldi.

71-nji mesele.

Ergin 1 l-de 200 mg Ba^{2+} we 1mg Pb^{2+} saklaýar. Eger-de şu ergine damjalap K_2CrO_4 ergini goşulsa, ilkinji bolup haýsy madda çöker: $BaCrO_4$ ýa-da $PbCrO_4$?

Çözülişi:

$[Ba^{2+}] \cdot [CrO_4^{2-}] = EKH_{BaCrO_4} = 2,4 \cdot 10^{-10}$

$[Pb^{2+}] \cdot [CrO_4^{2-}] = EKH_{PbCrO_4} = 1,77 \cdot 10^{-14}$

$$[Ba^{2+}] = \frac{200}{1000 \cdot 137,36}; \text{ g- ion/ℓ}$$

$$[Pb^{2+}] = \frac{1}{1000 \cdot 207,21}; \text{ g- ion/ℓ}$$

$$[CrO_4^{2-}]_{BaCrO_4} = \frac{EKH_{BaCrO_4}}{[Ba^{2+}]} = \frac{2,4 \cdot 10^{-10} \cdot 137,36}{0,2} = 1,6 \cdot 10^{-7} \text{ g-ion/ℓ}$$

$$[CrO_4^{2-}]_{PbCrO_4} = \frac{EKH_{PbCrO_4}}{[Pb^{2+}]} = \frac{1,77 \cdot 10^{-14} \cdot 207,21}{0,001} =$$

$$= 3,7 \cdot 10^{-9} \text{ g- ion / ℓ}$$

$$[CrO_4^{2-}]_{PbCrO_4} < [CrO_4^{2-}]_{BaCrO_4}.$$

Diýmek, $PbCrO_4$ emele gelmegi üçin az $[CrO_4^{2-}]$ gerek, şonuň üçin ilkinji bolup $PbCrO_4$ çöker.

72-nji mesele.

Erginde Ag^+ bar bolsa we oňa Cl^-, CNS^-, Br^-, I^-, we S^{2-} ionlaryny saklaýan ergin goşulsa, haýsy reaksiýa iň duýgur we doly geçer?

$$Ag^+ + Cl^- \rightleftarrows AgCl;$$
$$Ag^+ + CNS^- \rightleftarrows AgCNS;$$
$$Ag^+ + Br^- \rightleftarrows AgBr;$$
$$Ag^+ + I^- \rightleftarrows AgI;$$
$$2Ag^+ + S^{2-} \rightleftarrows Ag_2S\ .$$

Çözülişi:

$EKH_{AgCl} = 1{,}6\cdot10^{-10}$; $EKH_{AgCNS} = 1{,}2\cdot10^{-12}$;

$EKH_{AgBr} = 7{,}7\cdot10^{-13}$; $EKH_{AgI} = 1{,}5\cdot10^{-16}$;

$EKH_{Ag_2S} = 1{,}6\cdot10^{-49}$.

Indi çökmeden soň galýan Ag – ionlarynyň konsentrasiýalaryny tapýarys:

$$[Ag^+] = \sqrt{EKH_{AgCl}} = \sqrt{1{,}6\cdot10^{-10}} = 1{,}3\cdot10^{-5}\ g\text{-}ion/\ell$$

$$[Ag^+] = \sqrt{EKH_{AgCNS}} = \sqrt{1{,}2\cdot10^{-12}} = 1{,}1\cdot10^{-6}\ g\text{-}ion/\ell$$

$$[Ag^+] = \sqrt{EKH_{AgBr}} = \sqrt{7{,}7\cdot10^{-13}} = 8{,}8\cdot10^{-7}\ g\text{-}ion/\ell$$

$$[Ag^+] = \sqrt{EKH_{AgI}} = \sqrt{1{,}5\cdot10^{-16}} = 1{,}2\cdot10^{-8}\ g\text{-}ion/\ell$$

$$[Ag^+] = \sqrt[3]{EKH_{Ag_2S}} = \sqrt[3]{2\cdot1{,}6\cdot10^{-49}} = 6{,}8\cdot10^{-17}\ g\text{-}ion/\ell.$$

Diýmek, $[Ag^+]_{Ag_2S}$ iň kiçisi, şonuň üçin Ag_2S duýgur we doly çöker.

5. AGRAM ANALIZI

73-nji mesele.

Cl^- -ionyny saklaýan erginden 0,1562 g AgCl çökdürilipdir. Reaksiýanyň deňlemesini ýazmaly we Cl^- - ionynyň agram mukdaryny hasaplamaly.

Çözülişi:

$$\begin{array}{ccc} 35{,}5 & & 143{,}36 \\ Cl^- + Ag^+ & \rightarrow & \downarrow AgCl \\ x\ g & & 0{,}1562\ g \end{array}$$

$$143{,}36 \text{ —— } 35{,}5$$
$$0{,}1562 \text{ —— } x$$

$$x = \frac{0{,}1562 \cdot 35{,}5}{143{,}36} = 0{,}0386\ g\ Cl^-.$$

74-nji mesele.

Natriý bromidiniň ergininden AgBr çökdüripdirler. Onuň agramy 0,2510g. Ergindäki NaBr maddasynyň mukdaryny hasaplamaly.

Çözülişi:

$$NaBr + AgNO_3 \rightarrow \downarrow AgBr + NaNO_3$$

$$x = \frac{0{,}2510 \cdot \mu_{NaBr}}{\mu_{AgBr}} = 0{,}1375\ g\ NaBr.$$

75-nji mesele.

Alýuminiý sulfatynyň erginini analiz etmek üçin, onuň 50 ml alyp, SO_4^{2-} ionyny $BaSO_4$ görnüşinde çökdürdiler. $BaSO_4$ – üň agramy 0,2640 g.

Tapmaly: 1 ℓ –de näçe bar: a) SO_4^{2-}; b) $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$.

Çözülişi:

$$a)\ x = \frac{0{,}2640 \cdot \mu_{SO_4^{2-}} \cdot 1000}{\mu_{BaSO_4} \cdot 50} = 2{,}173\ g\ SO_4^{2-};$$

$$b)\ x = \frac{0{,}2640 \cdot \mu_{Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O} \cdot 1000}{3 \cdot \mu_{BaSO_4} \cdot 50} = 5{,}026\ g\ Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O.$$

76-njy mesele.

Çoýun garyndylarynyň 2,851 g çekiminden degişli işlenenden soň, 0,0824 g SiO_2 alnypdyr. Şol çoýundaky Si – niň % mukdaryny tapmaly.

Çözülişi:

$$\frac{0,0824 \cdot A_{Si} \cdot 100}{\mu_{SiO_2} \cdot 2,851} = 1,35\ \%\ \ Si.$$

77-nji mesele.

Apatitiň 0,1112 g analiz edilende 0,9926 g $(NH_4)_3PO_4 \cdot 12MoO_3$ çökündisi alnypdyr. Şol nusgadaky P–niň we P_2O_5–iň % muk-

Çözülişi:

$\mu_{(NH_4)PO_3 \cdot 12MoO_4} = 3\cdot(14+4)+31+4\cdot16+12\cdot(96+3\cdot16)=3\cdot18+31+64+$

$+12\cdot96+12\cdot48 = 54+31+64+1152+576=1877$.

$$P = \frac{31}{1877} \cdot \frac{0,9926}{0,1112} \cdot 100 = \frac{3077,0}{208,7} = 14,74\ \%$$

P_2O_5 ——— 2P

142 2· 31

2· 31 —— 142

14,74 —— x

$$x = \frac{142}{2 \cdot 31} \cdot 14,74 = 33,75\ \%\ \ P_2O_5\ .$$

78-nji mesele.

0,2690 g alýuminiý - kaliý kwassylardan 0,2584 g $BaSO_4$ alnypdyr. Şol çekimdäki $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$–nuň % mukdaryny tapmaly.

Çözülişi:

$$x = \frac{0,2584 \cdot \mu_{KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O} \cdot 100}{2 \cdot \mu_{BaSO_4} \cdot 0,2690} = 97,61\ \%\ .$$

79-njy mesele.

0,8617 g silikatyň çekimi analiz edilende, 0,2156 g KCl–yň we NaCl–yň garyndysy alnypdyr. Soňra şol garyndydan K^+-ny $KClO_4$ görnüşinde çökdürip, 0,3112 g $KClO_4$ alypdyrlar. Silikatdaky K_2O we Na_2O maddalaryny % - de tapmaly.

Çözülişi:

$$K_2O = \frac{0,3112 \cdot \mu_{K_2O} \cdot 100}{2\,KClO_4 \cdot 0,8617} = 12,28\ \%$$

$$Na_2O = (0{,}2156 - \frac{0{,}3112 \cdot \mu_{KCl}}{\mu_{KClO_4}}) \cdot \frac{\mu_{Na_2O} \cdot 100}{2\mu_{NaCl} \cdot 0{,}8716} = 2{,}96\,\% .$$

80-nji mesele.

Tebigy suw analiz edilende, onuň 50 ml–den SO_4^{2-}-iony 0,2567g $BaSO_4$ görnüşinde çökdürilipdir. Şol suwdaky SO_4^{2-}- mukdaryny mg/ℓ –de hasaplamaly.

Çözülişi:

$$\mu_{BaSO_4} = 137{,}3 + 32 + 64 = 233{,}3$$
$$\mu_{SO_4^{2-}} = 96.$$

Onda, 0,2567g $BaSO_4$ saklaýar:

$$SO_4^{2-} = \frac{96}{233{,}3} \cdot 0{,}2567 = 0{,}41 \cdot 0{,}2567 = 0{,}1056\ g = 105{,}6\,mg .$$

Onda suwuň 1 ℓ – de:

$$[SO_4^{2-}] = \frac{1000}{50} \cdot 105{,}6 = 20 \cdot 105{,}6 = 2112\ mg/\ell .$$

81-nji mesele.

1,2505 g silikat magdanyndan 0,1500 g NaCl we KCl garyndysyny bölüp çykarypdyrlar. Soňra kükürt kislotasy bilen köp sanly işländen soň 0,1800 g Na_2SO_4 we K_2SO_4 alypdyrlar. Şol silikatdaky Na_2O we K_2O maddalaryny % - de tapmaly.

Çözülişi:

Nusgadaky N_2O–ny x, K_2O –ny bolsa y diýip belläliň.

Onda:

$$x\ g\ N_2O - dan\quad x \cdot \frac{2\mu_{NaCl}}{\mu_{Na_2O}}\ g\ NaCl .$$

$$y\ g\ K_2O - dan\quad y \cdot \frac{2\mu_{KCl}}{\mu_{K_2O}}\ g\ KCl\ alnar.$$

$$x \cdot \frac{2 \cdot 58{,}44}{61{,}98} + y \cdot \frac{2 \cdot 74{,}56}{94{,}20} = 0{,}1500. \qquad (1)$$

Bu garyndydan alynýan Na_2SO_4 –üň we K_2SO_4–üň massalary deňdir:

$$x \cdot \frac{\mu_{Na_2SO_4}}{\mu_{Na_2O}} + y \cdot \frac{\mu_{K_2SO_4}}{\mu_{K_2O}} = 0{,}1800$$

$$x \cdot \frac{142,04}{61,98} + y \cdot \frac{174,27}{94,20} = 0,1800 \qquad (2)$$

(1) we (2)-ni bile işläp tapýarys:

$x = 0,0533$ g Na_2O

$y = 0,0313$ g K_2O

$$Na_2O,\% = \frac{0,0533 \cdot 100}{1,2505} = 4,26\%.$$

$$K_2O,\% = \frac{0,0313 \cdot 100}{1,2505} = 2,50\%.$$

82-nji mesele.

0,3 g magniý oksihinolýatyny – $Mg(C_2H_6ON)_2$ almak üçin, 20% magniý saklaýan sementiň haýsy çekimini almaly?

Çözülişi:

$$\mu_{Mg(C_6H_6CN)_2} = 24+2\cdot(24+6+16+14) = 24+140 = 164$$

$$164 \text{ ——— } 24$$

$$0,3 \text{ ——— } x$$

$$x = \frac{24 \cdot 0,3}{164} = 0,043 \text{ g Mg}$$

$$\text{Sement} = \frac{100}{20} \cdot 0,043 = 0,2195 \text{ g}.$$

6. ANALIZIŇ NETIJELERINI OKSIDLER GÖRNÜŞINDE AŇLATMAK

83-nji mesele.

$Ca_3(PO_4)_2CaFCl$ apatiti oksidler görnüşinde aňlatmaly.

Çözülişi:

$$CaO = \frac{4\mu_{CaO}}{\mu_{Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaFCl}} \cdot 100 = 55,42\%$$

$$P_2O_5 = \frac{\mu_{P_2O_5}}{\mu_{Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaFCl}} \cdot 100 = 35,08\%$$

$$F^- = \frac{A_F}{\mu_{Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaFCl}} \cdot 100 = 4,70\%$$

$$Cl^{-} = \frac{A_{Cl}}{\mu_{Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaFCl}} \cdot 100 = 8{,}76\ \%\ .$$

Jemi = 103,96% .

Bu ýerde jem 100% - den köp gelýär.

Onuň sebäbi biz 4Ca–ny kislorod bilen birleşdirdik, ýogsam onuň biri F we Cl bilen birleşen. Şonuň kisloroda ekwiwalent bolan ftory we hlory tapýarys we ony 103,96% -den aýyrýarys:

$$x_1 = 4{,}70 \cdot \frac{A_0}{2F} = 1{,}98$$

$$x_2 = 8{,}76 \cdot \frac{\mu_0}{2Cl} = 1{,}98$$

Jemi 3,96% .

Onda analiziň netijesi =103,96–3,96=100% .

84-nji mesele.

Aşakdaky minerallaryň formulalaryny oksidler görnüşinde yazmaly.

1) albit $NaAlSi_3O_8$;

2) beril $Be_3Al_2(SiO_3)_6$;

3) birýuza $CuAl_6(OH)_8(PO_4)_4 \cdot 5H_2O$;

4) datolit $HCaBSSiO_5$;

5) mendelýewit $Ca_2(Ti,U)_2(Nb,Ta)_2O_{11}$;

6) ribekit $Na_2Fe_2^{111}\ Fe_3^{11}\ Si_8O_{22}(OH)_2$.

Çözülişi:

1) berlen empiriki formulany 2-ä köpeldýäris:

$2NaAlSi_3O_8 = Na_2Al_2Si_6O_{16} = Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$.

2) $3BeO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$;

3) $CuO \cdot 3Al_2O_3 \cdot 2P_2O_5 \cdot 9H_2O$;

4) $H_2O \cdot 2CaO \cdot B_2O_3 \cdot 2SiO_2$;

5) $2CaO \cdot 2TiO_2(2HO_2) \cdot Nb_2O_5(Ta_2O_5)$;

6) $Na_2O \cdot Fe_2O_3 \cdot 3FeO \cdot 8SiO_2 \cdot H_2O$.

85-nji mesele.

0,2140g fosforit analiz edilende tapylypdyr: CaO —0,1161g $Mg_2P_2O_7$ — 0,1536g. Şondaky oksidleriň % mukdaryny hasaplamaly we jemlemeli.

Çözülişi:

$$CaO = \frac{0{,}1161 \cdot 100}{0{,}2140} = 54{,}25\,\%$$

$$P_2O_5 = \frac{0{,}1536 \cdot \mu_{P_2O_5} \cdot 100}{\mu_{Mg_2P_2O_7} \cdot 0{,}2140} = 45{,}75\,\%$$

Jemi 100% .

86-njy mesele.

0,9012 g toýun analiz edilende:

0,5850 g SiO_2;

0,2459 g (Al_2O_3+Fe_2O_3);

0,0380 g CaO;

0,0290 g $Mg_2P_2O_7$;

0,0052 gigroskopik çyg;

0,0215 g köýüklemeden ýitgi alnypdyr.

Degişli oksidleriň % mukdaryny hasaplamaly we jemlemeli.

Çözülişi:

SiO_2 —— 64,91% ; $\left(\frac{0{,}5850}{0{,}9012}\right) \cdot 100$

Al_2O_3+Fe_2O_3 — 27,29%;

CaO —— 4,22%;

MgO —— 1,17%;

H_2O —— 0,58%;

Köýük ýitgisi — 2,39%;

Jemi – 100,56% .

MgO – mukdary $Mg_2P_2O_7$ – niň berlen mukdaryndan hasaplanan.

7. ANALIZIŇ NETIJELERINI MILLIGRAM – EKWIWALENTLERDE (mg– ekw/ℓ) WE %-de AŇLATMAK

87-nji mesele.

100 ml tebigy suw analiz edilende, şu mukdardaky ionlar tapylypdyr (g):

Ca^{2+} —— 0,4080

Mg^{2+} —— 0,1339

Na^{+} —— 0,2070

K^{+} —— 0,0586

Cl^{-} ——— 0,3763

SO_4^{2-} — 0,9990

HCO_3^{-} — 0,6322 .

Analiziň netijesini mg-ekw/ℓ we ekw % -de getirmeli.

Çözülişi:

Ilki berlen kationlary we anionlary mg/ℓ geçirmeli.

$$Ca^{2+} = \frac{1000 \cdot 0{,}4080 \cdot 1000}{100} = 4080 \text{ mg/ℓ};$$

$$Mg^{2+} = \frac{1000 \cdot 0{,}1339 \cdot 1000}{100} = 1339 \text{ mg/ℓ};$$

$$Na^{+} = \frac{1000 \cdot 0{,}2070 \cdot 1000}{100} = 2070 \text{ mg/ℓ};$$

$$K^{+} = \frac{1000 \cdot 0{,}0586 \cdot 1000}{100} = 586 \text{ mg/ℓ};$$

$$SO_4^{2-} = \frac{1000 \cdot 0{,}9990 \cdot 1000}{100} = 9990 \text{ mg/ℓ};$$

$$Cl^{-} = \frac{1000 \cdot 0{,}3763 \cdot 1000}{100} = 3763 \text{ mg/ℓ};$$

$$HCO_2^{-} = \frac{1000 \cdot 0{,}6322 \cdot 1000}{100} = 6322 \text{ mg/ℓ}.$$

Indi olary ekwiwalentlerine bölüp mg-ekw/ℓ –de aňladýarys:

$$Ca^{2+} = \frac{4080}{20} = 204{,}0 \text{ mg-ekw/ℓ};$$

$$Mg^{2+} = \frac{1339}{12} = 111{,}6 \text{ mg-ekw/ℓ};$$

$$Na^{+} = \frac{2070}{23} = 90{,}0 \text{ mg-ekw/ℓ};$$

$$K^{+} = \frac{586}{39{,}09} = 15{,}0 \text{ mg-ekw/ℓ};$$

$$SO_4^{2-} = \frac{9990}{48} = 208,0 \text{ mg-ekw/}\ell;$$

$$Cl^- = \frac{3763}{35,5} = 106,0 \text{ mg-ekw/}\ell;$$

$$HCO_3^- = \frac{6322}{61} = 103,6 \text{ mg-ekw/}\ell.$$

$\Sigma_{\text{kationlar}}$ = 204,0 + 111,6 + 90,0 + 15,0=420,6 mg-ekw/ℓ .

Σ_{anionlar} = 208,0 + 106,0 + 103,6 = 417,6 mg-ekw/ℓ .

Ýalňyşlyk:

$$x = \frac{\Sigma_{an} - \Sigma_{kat}}{\Sigma_{an} + \Sigma_{kat}} \cdot 100 = \frac{417,6 - 420,6}{417,6 + 420,6} \cdot 100 = \frac{3}{838,2} \cdot 100 = 0,35\% \ .$$

Ýalňyşlyk 1% -den az, diýmek, analiziň ýerine ýetirilişi kanagatlanarly. Ionlaryň ekwiwalenti %-e deňdir.

$$Ca^{2+} = \frac{204,0}{\Sigma_{an} + \Sigma_{kat}} \cdot 100 = \frac{204,0}{417,6 + 420,6} \cdot 100 = \frac{204,0}{838,2} \cdot 100 = 24,33\% \ ;$$

$$Mg^{2+} = \frac{111,6}{838,2} \cdot 100 = 13,31\% \ ;$$

$$Na^{+} = \frac{90,0}{838,2} \cdot 100 = 10,73\% \ ;$$

$$K^{+} = \frac{15,0}{838,2} \cdot 100 = 1,78\% \ ;$$

$$SO_4^{2-} = \frac{208,0}{838,2} \cdot 100 = 24,81\% \ ;$$

$$Cl^{-} = \frac{106,0}{838,2} \cdot 100 = 12,64\% \ ;$$

$$HCO_2^{-} = \frac{103,6}{838,2} \cdot 100 = 12,35\% \ .$$

Jemi = 99,95~100% .

88-nji mesele.

Derýanyň suwunyň analizi şeýle netijeleri beripdir (mg/ℓ):

Ca^{2+} — 61,1

Mg^{2+} — 13,7

HCO_3^- — 219,6

SO_4^{2-} — 46,5

Cl^- — 17,9 .

Şol suwdaky Na^+-nyň mukdaryny tapmaly.

Çözülişi:

$$\Sigma^{\text{kationlar}}_{\text{mg-ekw/l}} = \Sigma^{\text{anionlar}}_{\text{mg-ekw/l}}$$

Onda:

$$Na^+_{\text{mg/l}} = (\Sigma^{\text{anionlar}}_{\text{mg-ekw/l}} - \Sigma^{\text{kationlar}}_{\text{mg-ekw/l}}) \cdot 23$$

$$Na^+ = [(HCO_3^- + SO_4^{2-} + Cl^-) - (Ca^{2+} - Mg^{2+})] \cdot 23$$

$$Na^+ = \left[\left(\frac{219,6}{61} + \frac{46,5}{48} + \frac{17,9}{35,5}\right) - \left(\frac{61,1}{20} + \frac{13,7}{12}\right)\right] \cdot 23 =$$

$$= [(3,6 + 0,96 + 0,50) - (3,05 + 1,14)] \cdot 23 = (5,06 - 4,19) \cdot 23 =$$

$$= 0,87 \cdot 23 = 20,01\,\text{mg}/\ell .$$

8. ANALIZIŇ NETIJELERINI DUZUŇ MUKDARYNA GEÇIRMEK

89-njy mesele.

Topragyň analizi netijesinde tapylypdyr (%) :

CaO —7,59

MaO — 2,20

SO_3 — 5,61

CO_2 — 5,20 .

Şu bahalary duz görnüşine geçirmeli.

Çözülişi:

Goý, toprakda diňe $CaSO_4$,$CaCO_3$,$MgCO_3$ bar diýeliň.

Onda $CaSO_4 = 5,61 \cdot \dfrac{\mu_{CaSO_4}}{\mu_{SO_3}} = 9,54\,\%$.

Indi CaO –nyň $CaSO_4$ bilen baglanyşan mukdaryny tapalyň:

$$CaO_{CaSO_4} = \frac{9,54 \cdot CaO}{CaSO_4} = \frac{9,54 \cdot 56}{136} = 3,92\,\%$$

CaO –nyň galan bölegi: $\Delta CaO = 7{,}59 - 3{,}92 = 3{,}67\%$

$CaCO_3$ bilen baglanyşandyr:

$$CaCO_3 = 3{,}67 \cdot \frac{\mu_{CaCO_3}}{\mu_{CaO}} = 3{,}67 \cdot \frac{100}{56} = 6{,}55\,\%.$$

Indi CO_2 –niň $CaCO_3$ bilen baglanyşan mukdaryny tapýarys:

$$CaCO_{2CaCO_3} = \frac{6{,}55 \cdot CO_2}{CaCO_3} = \frac{6{,}55 \cdot 44}{100} = 2{,}88\,\%$$

CO_2 – niň galan bölegi $MgCO_3$ bilen baglanyşandyr.

$\Delta CO_2 = 5{,}20 - 2{,}88 = 2{,}32\%$

$$MgCO_3 = 2{,}32 \cdot \frac{\mu_{MgCO_3}}{\mu_{CO_2}} = 2{,}32 \cdot \frac{84}{44} = 2{,}32 \cdot 1{,}90 = 4{,}40\,\%.$$

90-njy mesele.

Tebigy suwuň analizi şu netijeleri berdi (mg-ekw/ℓ):

Ca^{2+} — 3,05 ;
Mg^{2+} — 1,13 ;
Na^{+} — 0,90 ;
HCO_3^{-} — 3,60 ;
SO_4^{2-} — 0,97 ;
Cl^{-} — 0,51 .

Şularyň duz düzümini tapmaly. Şu tertipde ionlary baglaşdyrmaly: $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$, $MgSO_4$, Na_2SO_4, $NaCl$

Çözülişi:

$$Ca(HCO_3)_{2\,mg-ekw/l} = Ca^{2+}_{mg-ekw/l} = 3{,}05 .$$

Sebäbi başga ýerde Ca^{2+} ýok

$$Mg(HCO_3)_{2\,mg-ekw/l} = HCO_{3\,mg-ekw/l}^{-} - Ca^{2+}_{mg-ekw/l} =$$
$$= 3{,}60 - 3{,}05 = 0{,}55$$

$$MgSO_{4\,mg-ekw/l} = Mg^{2+}_{mg-ekw/l} - Mg(HCO_3)_{2\,mg-ekw/l} =$$
$$= 1{,}13 - 0{,}55 = 0{,}58 .$$

$$Na_2SO_{4\,mg-ekw/l} = SO_{4\,mg-ekw/l}^{2-} - MgSO_{4\,mg-ekw/l} =$$
$$= 0{,}97 - 0{,}58 = 0{,}39$$

$$NaCl_{mg-ekw/l} = Cl^{-}_{mg-ekw/l} = 0{,}51.$$

Jemläp ýazsak alarys:

Maddalar	mg-ekw/ℓ
$Ca(HCO_3)_2$	3,05
$Mg(HCO_3)_2$	0,55
$MgSO_4$	0,58
Na_2SO_4	0,38
NaCl	0,51

Gury madda geçirmek

91-nji mesele.

Tehniki natriý sulfaty analiz edilende tapylypdyr (%):

Na_2SO_4 —— 87,56

NaCl ——— 1,14

H_2O ——— 11,30

100%

Gury madda geçirip täzeden hasaplamaly.

Çözülişi:

Gury maddalaryň umumy mukdary deňdir.

$$Na_2SO_4+NaCl=87,56+1,14=88,70\% .$$

Onda olaryň hersiniň % mukdary deňdir:

$$Na_2SO_4 = \frac{87,56 \cdot 100}{88,70} = 98,71\%$$

$$NaCl = \frac{1,14 \cdot 100}{88,70} = 1,29\%$$

Jemi = 100,00% .

92-nji mesele.

Dolomit şeýle düzüme eýe (%):

CaO — 30,14

MgO — 23,48

$Fe_2O_3+Al_2O_3$ — 2,20

SiO_2 — 5,38

CO_2 — 39,10 .

11*

Köýdürilenden soň CO_2–niň mukdary 2%. Köýdürilenden soň dolomitiň % düzümini hasaplamaly.

Çözülişi:

Köýdürilmänkä CO_2– den beýleki komponentleriň jeminiň mukdary deňdir: $100 - 39{,}10 = 60{,}90\%$

Köýdürilenden soň olaryň mukdary: $100 - 2 = 98{,}00\%$.

Diýmek, köýdürilenden soň ähli komponentleriň mukdary $\frac{98}{60{,}9}$ gatnaşykda köpelýärler.

Onda:

$CaO = \frac{98}{60{,}9} \cdot 30{,}14 = 1{,}61 \cdot 30{,}14 = 48{,}50\ \%$

$MgO = 1{,}61 \cdot 23{,}48 = 37{,}80\%$

$Fe_2O_3 + Al_2O_3 = 1{,}61 \cdot 2{,}20 = 3{,}54\%$

$SiO_2 = 1{,}61 \cdot 5{,}38 = 8{,}66\%$

$CO_2 = 2\%$.

Jemi = 100,5% .

93-nji mesele.

Gips $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 20,93% gidrat suw saklaýar. Eger gidroskopik çyglylygy 2,50% bolanda, ol näçe % gidrat we gidroskopik H_2O saklaýar.

Çözülişi:

20,93% gidrat suwy 2,50%-li gidroskopik çyglylyk saklaýan gipse öwürýäris: $\frac{20{,}93 \cdot (100 - 2{,}50)}{100} = 20{,}41\ \%$.

Alnan netijäni gidroskopik çyglylyk bilen goşýarys:

20,41 + 2,50 = 22,91% .

9. EMPIRIK (IŇ ÝÖNEKEÝ) FORMULALARYŇ HASAPLANYŞY

94-nji mesele.

Surmanyň sulfidi analiz edilende, 72,29% Sb we 27,63% S alnypdyr. formulasyny tapmaly. Onuň empirik

Çözülişi:

$$Sb : S = \frac{72,29}{121,8} : \frac{27,63}{32} = 0,59 : 0,86.$$

Olary iň kiçi 0,59-a bölüp alýarys:

$$Sb : S = \frac{0,59}{0,59} : \frac{0,86}{0,59} = 1 : 1,5.$$

Olary 2-ä köpeldip, bitin sanlara öwürýäris: Sb : S = 2 : 3
Diýmek, onuň empiriki formulasy Sb_2S_3 .

95-nji mesele.

64,19% Cu we 35,81% hlor saklaýan misiň duzunyň formulasyny tapmaly.

Çözülişi:

$$Cu : Cl = \frac{64,19}{63,57} : \frac{35,81}{35,5} = 1,01 : 1,01.$$

Diýmek, CuCl.

96-njy mesele.

Aşakdaky düzüme eýe bolan käbir silikatyň formulasyny tapmaly:

H_2O — 3,04
CaO — 18,92
Al_2O_3 — 17,23
SiO_2 — 60,81.

Çözülişi:

$$H_2O : CaO : Al_2O_3 : SiO_2 = \frac{3,04}{18,02} : \frac{18,92}{56,08} : \frac{17,23}{102,0} : \frac{60,81}{60,09} =$$

=0,17 : 0,34 : 0,17 : 1,02 = 1: 2 : 1: 6.

Bu ýerden: $H_2O \cdot 2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$.

10. SANLARY LOGARIFMIRLEMEGIŇ USULYÝETI

Analitiki himiýada köp halatlarda, meselem, erginleriň pH-ny kesgitlemekde we başga hasaplamalarda sanlary logarifmirlemeli bolýar. Biziň bilşimiz ýaly erginleriň pH ululygy aşakdaky formula bilen aňladylýar:

$$pH = -\lg [H^+]. \quad (1)$$

Erginiň pH-y bu ergindäki H^+ - ionlarynyň konsentrasiýasyny $[H^+]$ ters logarifmirlemekdir. Kähalatlarda bolsa, tersine, erginiň pH-nyň bahasy berilýär we onuň üsti bilen ergindäki H^+ ionlarynyň konsentrasiýasyny tapmak gerek bolýar. Muny bolsa 1-nji formulany logarifmden boşadyp, şeýle tapmak bolýar:

$$[H^+] = 10^{-pH}. \quad (2)$$

Öňden bilşimiz ýaly, $[OH^-]$ – gidroksid ionlarynyň konsentrasiýasynyň üsti bilen erginiň pOH-ny tapyp bolýar.

$$pOH = -\lg [OH^-] \quad . \quad (3)$$

Eger biz erginiň pOH-ny bilsek, aşakdaky formuladan erginiň pH-ny hem tapyp bileris.

$$pH = 14 - pOH; \text{ çünki}$$
$$pH + pOH = 14 .$$

Bular dan görnüşi ýaly erginiň pH-nyň we pOH-nyň hasaplamalarynda hökman matematikanyň logarifmirlemek usuly, onda-da onluk logarifm, köplenç, ulanylýar.

Onluk logarifm diýmek, bu haýsy bir sany almak üçin ony 10-uň näçinji derejesine götermelidigini tapmak diýmekdir.

Meselem:

A sanyň 10 logarifmini tapmak diýmek, şeýle aňladylyp bilner.

$$\lg_{10} A = b.$$

Bu ýerden $A = 10^b$.

Meselem:

$\lg 10 = 1 \cdot (10^1 = 10)$

$\lg 100 = 2 \cdot (10^2 = 100)$

$\lg 1000 = 3 \cdot (10^3 = 1000)$

$\lg 1000\,000 = 6 \cdot (10^6 = 1000\,000)$

$\lg 0{,}1 = \lg 10^{-1} = -1$

$\lg 0{,}01 = \lg 10^{-2} = -2$

$\lg 0{,}001 = \lg 10^{-3} = -3$

$\lg 0{,}0001 = \lg 10^{-4} = -4$.

Diýmek, 10-luk tegelek sanlaryň logarifmi şol sanlardaky nollaryň sanyna (+) ýada (-) alamaty bilen deň.

Indi tegelek däl sanlaryň logarifmini nädip tapmaly.

Meselem: $\lg 8 = ?\ (10^x = 8)$
$\lg 18 = ?\ (10^x = 18)$
$\lg 465 = ?\ (10^x = 465)$
$\lg 2005 = ?\ (10^x = 2005)$.

Munuň üçin ýörite düzülen 4 belgili sanlaryň logarifmleri diýilýän jedwelden peýdalanýarlar. Şol jedwelden logarifmirlenýän sanyň "harakteristikasy" we "mantissasy" diýilýän bahalaryny tapýarlar. Logarifmiň harakteristikasy onuň bitin görkezijisi, mantissasy bolsa oturdan soňky görkezijisi bolýar.

Islendik sanyň harakteristikasy onuň sanlarynyň sanyndan 1-i aýrylmagyna deňdir. Ol sanyň mantisasy bolsa jedwel boýunça degişli sanlaryň keseligine we dikligine kesişýän ýeri boýunça gözlenip tapylýar. Meselem, onda ýokardaky mysal şeýle çözülýär:

$$\lg 18 = 1{,}2553$$
$$\lg 465 = 2{,}6674$$
$$\lg 2005 = 3{,}3021.$$

Eger-de logarifmirlenýän nollar bar bolsa, onda ýokarsynda (-) minus goýlup, nollaryň sanyna deň harakteristika ýazylýar we galan nollardan beýleki sanlary boýunça jedwelden mantissa tapylýar.

$$\lg 0{,}1261 = \overline{1}{,}1007$$
$$\lg 0{,}0034 = \overline{3}{,}5315$$
$$\lg 0{,}0006 = \overline{4}{,}7782.$$

Gerek ýagdaýynda harakteristikanyň ýokarsyndaky minusy sanyň öňüne geçirmeli bolýar.

Meselem:

$$\overline{1}{,}2678$$
$$\overline{2}{,}5143$$
$$\overline{3}{,}4385.$$

Munuň üçin ýokarsyndan harakteristika +1, mantissa -1 ýazylyp, soň goşulýar.

$$\frac{\overset{+1-1}{\overline{1},2678}}{-\ 0,7322};\ \frac{\overset{+1-1}{\overline{2},5143}}{-\ 1,4857};\ \frac{\overset{+1-1}{\overline{3},4385}}{-\ 2,5615}.$$

Kähalatlarda bolsa, tersine, (-) minus öňünde berlen bolsa, şol minusy harakteristikanyň üstüne çykarmaly bolýar. Munuň üçin ýaňky ýaly edilýär, ýöne ýokarda –1 +1 goýulýar.

Geliň muny ýaňky tapan öňi minusly sanlarymyzda göreliň:

$$\frac{\overset{-1+1}{-\ 0,7322}}{\overline{1},2678};\ \frac{\overset{-1+1}{-\ 1,4857}}{\overline{2},5143};\ \frac{\overset{-1+1}{-\ 2,5615}}{\overline{3},4385}.$$

Görnüşi ýaly, şol öňki ýokarsy minusly sanlary aldyk.

Kähalatlarda haýsy hem bolsa, bir sanyň logarifmi belli bolsa, tersine, antilogarifmirläp başlangyç sany tapmaly bolýar.

Meselem:

$$\mathrm{l\,g}x = 2,6972.$$

Ine, şu ýerden *x*-yň haýsy sandygyny tapmaly. Munuň üçin logarifm jedwelinden oturdan soňky mantissany tapýarys. Onuň keseligine haýsy we dikligine haýsy sanlaryň berýänini ýazýarys. Biziň mysalymyzda ol şeýle:

	8	
49	6972	

Diýmek, biziň mysalymyzda ol san 498-e deň ekeni.

$$x = 498\ .$$

Soňra oturdan öňki duran sifr boýunça, ýagny harakteristika boýunça tapylan sanyň oturyny kesýäris. Biziň mysalymyzda harakteristika 2-ä deň. Diýmek, ol 3 belgili sanyňky ekeni.

Onda, $x = 498,0$.

Mysal: $\lg x = 0{,}1761$

$x = 1{,}50$

$\lg x = \bar{2},\ 7427$

$x = 0{,}0553$

$(\lg 0{,}0553 = \bar{2},7427)$

Köphalatlarda birnäçe sanlaryň köpeltmek hasyllarynyň ýada bölünýän sanlaryň logarifmini tapmaly bolýar. Bu ýagdaýda köpeldilýän sanlaryň logarifmi ol sanlaryň hersiniň logarifmleriniň jemine deňdir.

Meselem: $\lg a \cdot b = \lg a + \lg b$.

Bölünýän sanlaryň logarifmi ol sanlaryň (her sanyň) logarifmleriniň aýrylmagyna deňdir.

$$\lg \frac{a}{b} = \lg a - \lg b .$$

Meselem:

$$\lg 5 \cdot 10^{-2} = \lg 5 + \lg 10^{-2} = 0{,}699 + (-2) = 0{,}699 - 2 = -1{,}301.$$

$$\lg \frac{155}{35} = \lg 155 - \lg 35 = 2{,}1903 - 1{,}5441 = 0{,}6462.$$

Geliň, indi bu aýdylanlary anyk mysallarda, meselem, $[H^+]$ aşakdaky bahalarynda erginiň pH ululygyny tapmakda synlalyň:

$[H^+] = 2 \cdot 10^{-3}$

$[H^+] = 0{,}7 \cdot 10^{-8}$

$[H^+] = 5 \cdot 10^{-9}$

$[H^+] = 0{,}07 \cdot 10^{-11}$

$[H^+] = 1{,}8 \cdot 10^{-2}$

$$pH = -\lg[H^+]$$

$$pH_1 = -\lg 2 \cdot 10^{-3} = -(\lg 2 + \lg 10^{-3} = -\ (0{,}3010 + (-3)) = -(-2{,}699) = 2{,}699;$$

$$pH_2 = -\lg 0{,}7 \cdot 10^{-8} = -(\lg 0{,}7 + \lg 10^{-8}) = -(\bar{1},8451 + (-8)) =$$

$$= -(-0{,}1549 - 8) = -(-8{,}1549) = 8{,}1549;$$

$$\left(\begin{array}{c} {}^{+1-1} \\ \underline{1{,}8\ \ 451} \\ -\ 0{,}1549 \end{array} \right)$$

$$pH_3 = -\lg 5 \cdot 10^{-9} = -(\lg 5 + \lg 10^{-9}) = -(\lg 0{,}6990 + (-9)) =$$
$$= -(0{,}6990 + (-9)) = -(0{,}6990 - 9) = -(-8{,}301) = 8{,}301;$$
$$pH_4 = -\lg 0{,}07 \cdot 10^{-11} = -(\lg 0{,}07 + \lg 10^{-11}) = -(\overline{2}{,}8451 + (-11)) =$$
$$= -(-1{,}1549 - 11) = -(-12{,}1549) = 12{,}1549;$$

$$\begin{array}{r} {\scriptstyle +1-1} \\ \overline{2}{,}8451 \\ \hline -1{,}1549 \end{array}$$

$$pH_5 = -\lg 1{,}8 \cdot 10^{-2} = -(\lg 1{,}8 + \lg 10^{-2}) = -(0{,}2553 + (-2)) =$$
$$= -(2553 - 2) = -(-1{,}7447) = 1{,}7447.$$

Onda, pH + pOH = 14 formuladan pOH degişli bahalary deňdir:

$POH_1 = 14 - pH_1 = 14 - 2{,}699 = 11{,}301;$

$POH_2 = 14 - pH_2 = 14 - 8{,}1549 = 5{,}8451;$

$POH_3 = 14 - pH_3 = 14 - 8{,}301 = 5{,}699;$

$POH_4 = 14 - pH_4 = 14 - 12{,}1549 = 1{,}8451;$

$POH_5 = 14 - pH_5 = 14 - 1{,}7447 = 122553.$

Ine, şeýle usul bilen beýleki sanlaryň hem logarifmleme hasaplamalary ýerine ýetirilýär. Dört belgili sanlaryň onluk logarifmleri we antilogarifmleri goşundyda getirilendir.

III bap
ANALITIKI HIMIÝADAN LABORATORIÝA IŞLERINIŇ USULYÝETLERI

LABORATORIÝA IŞLERINI ÝERINE ÝETIRMEKLIGIŇ DÜZGÜNLERI WE ENJAMLARY

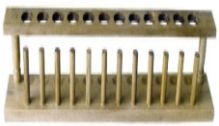
″Analitiki himiýa″ dersi boýunça geçirilýän tejribe işleri bu dersi özleşdirmekde we analizi ýerine ýetirmekde örän möhüm rol oýnaýar. Çünki islendik himiki analiz diňe tejribehanalarda ýerine ýetirilýär. Şonuň üçin analitiki himiýanyň tejribehanalary gerek bolan ähli tehniki, himiki we beýleki serişdeler bilen üpjün edilen bolmalydyr. Şeýle hem tejribehanalarda howpsuzlyk tehnikasynyň, ýangyna garşy çäreleriň talaplary doly berjaý edilmelidir. Talyplar eýýäm birinji tejribe sapagynda tejribehananyň düzgünleri, enjamlary, howpsuzlyk tehnikasynyň talaplary we beýleki şertler bilen tanyşdyrylýar we ýörite depderde bu barada gol çekmelidirler. Sebäbi tejribe işlerinde elektrik togy, ýokary temperatura, güýçli kislotalar, aşgarlar, zyýanly himikatlar we başga-da adamyň saglygyna şikes ýetirip biljek zatlar bilen iş salyşylýar. Şonuň üçin talyplar diňe ýörite halatlarda

27-nji surat.
Guradyjy şkaf

28-nji surat.
Mufel peji

29-njy surat.
Dürli göwrümdäki ölçeg kolbalary

30-njy surat.
500 ml-lik ölçeýji silindr



31-nji surat.
12 öýjükli probirkalar üçin ştatiw

32-nji surat.
Farfor sokujygy

işlemelidirler we mugallymyndan birugsat hiç zady ellemeli däldir. Tejribehanada iýmit kabul etmek ýa-da himikatlary öz ýanyň bilen ýaşaýan ýerine äkitmek gadagandyr. Tejribe işleri 2-den az bolmadyk toparlar bolup ýerine ýetirilmelidir. Talyp öz ýerini tejribe işi gutarandan soň öňküsi ýaly arassalap laboranta ýa-da mugallymyna tabşyrmalydyr. Tejribehanadan çykyp gitmezinden öň enjamlary, suwy, togy, we beýlekileri çeşmesinden ýazdyrmalydyr. Eger ýatdan çykyp bir zat ýazdyrylman galan bolsa, talyp dolanyp gelmelidir we mugallyma aýtmalydyr. Tehniki howpsuzlyk tötänden bozulyp birine şikes ýeten mahalynda, oňa degişli kömek edilmelidir. Şonuň üçin tejribehanada gerekli derman we beýleki tiz kömek serişdeleri bolmalydyr. Tejribehanada ulanylýan enjamlaryň käbir görnüşleri aşakda getirilendir.

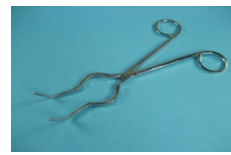
33-nji surat.
70 mm-lik trubka gysajy

34-nji surat.
Gap ýuwmak üçin kirpijikler

35-nji surat.
Süzüji guýguçlar

36-njy surat.
Tejribehana elektrik plitkasy

37-nji surat.
Tejribehanada suwly hammam gaby



38-nji surat.
Tigel tutguçlary

1-nji laboratoriýa işi

Hil analizi

Işiň maksady: hil analiziniň aýratynlyklary we wezipeleri bilen tejribede tanyşmak.

Gerekli reaktiwler: hil analiziniň umumy aýratynlyklaryna degişli reaktiwler.

Gerekli enjamlar: hil analizine degişli enjamlar.

Maddanyň düzümini kesgitlemek şol maddanyň düzümine girýän ionlaryň, atomlaryň we molekulalaryň himiki we fiziki häsiýetlerine esaslanandyr.

Hil analizi ni geçirmek üçin himiki täsirleşmeleriň daşky effekt berýän görnüşlerini saýlap alýarlar (ýagny analitiki duýduryşa esaslanýarlar).

Işiň ýerine ýetirilişi:

1. Erginiň reňkiniň üýtgemegi.
2. Çökündiniň emele gelmegi.
3. Gazyň bölünip çykmagy.
4. Okislendirijileriň we gaýtaryjylaryň täsiri.
5. Suwda, kislotalarda, aşgarlarda, organiki maddalarda ereýjiligi we şuňa meňzeşler.

Hil analizinde ulanylýan täsirleşmelere (reaksiýalara) analitiki täsirleşmeler diýilýär. Analitiki täsirleşmeler öz gezeginde umumy we özboluşly täsirleşmelere bölünýär. Reaksiýada analitiki duýduryş ýa-da effekt diňe açylýan iona degişli bolsa, onda oňa özboluşly reaksiýa diýilýär. Analiziň gidişinde öz häsiýetleri boýunça bir-birine ýakyn bolan ionlary umumy täsirleşmeleriň kömegi bilen açýarlar.

Hil analiziň usuly barlanmaga alynýan maddanyň mukdaryna görä ýene-de şu aşakdaky usullara bölünýärler: makro, ýarym mikro, mikro:

1. Hil analizinde makro diýmek, uly diýmek, ýagny analiz üçin alynýan madda 0,1 g mukdardan az almaly däl. Täsirleşmäni geçirmek üçin hem erginiň göwrümi 1 ml-den az bolmaly däl. Analizi probirkada geçirýärler.

2. Mikrousulda analiz geçirilýän madda örän az mukdarda alynýar. Makrousula görä barlanýan erginiň göwrümi 100 esse we gurak analizleýän maddanyň agramy 100 esse az alynýar.

3. Aralykdaky usulyň ady – ýarym mikro usul. Bu usulda maddanyň agramy 0,01g-a deň bolmaly, barlanýan erginiň göwrümi bolsa 0,1-1-a ml. Hil analiziň okuw praktikumyny geçirmek üçin ýarym mikrousul dan peýdalanmak maslahat berilýär.

Reaksiýanyň duýgurlygy diýip, bar bolan reaktiwiň kömegi bilen iň az mukdardaky maddany (iony) açyp ýa-da tapyp bilmeklige aýdylýar (0,01-0,03 ml). Maddanyň düzümindäki kationlaryň erginde bardygyny ýa-da ýokdugyny kesgitlemek üçin toparyň toparlaýyn reaktiwi diýip at berilýän reaktiwler ulanylýar. Analiziň gidişinde öz häsiýetleri boýunça biri-birine ýakyn bolan ionlary açyp ýa-da gerek bolsa çökdürip bilýän reaktiwe **toparlaýyn reaktiw** diýip at berilýär. Her bir toparyň toparlaýyn reaktiwi bilen çökdürilen çökündileri täzeden eredip, düzümindäki ionlary häsiýetli täsirleşmeleriň kömegi bilen açýarlar.

Mn^{++} we Co^{++} bilelikde çökýändigi sebäpli, olaryň her haýsyny aýratyn usul bilen açmak bolýar.

a) Co^{++} iony NH_4CNS bilen (amil spirtiň gatnaşmagynda);

b) Mn^{++} iony PbO_2+HNO_3 bilen açylýar (ýöne erginde Cl^- bolmaly däldir).

Anionlary toparlara bölmekde umumy kabul edilen ýeke-täk usuly ýok. Olaryň dürli reaktiwlere gatnaşmagyna görä – ýagny çökündi, gaz emele getirişine ýa-da reňkini üýtgedişine görä bölýärler. Şu hödürlenýän kitapda anionlary iki topara bölýärler:

I topar – bu topara bariý iony bilen çökdürip bolmaýan anionlar degişlidir.

J^-,SCN^-,Cl^-,Br^-,CN^-,S^{2-},NO_3^-,NO_2^-,CH_3COO^-,MnO_4^- we ş.m.

II topar - bariý iony bilen suwda gaty az ereýjiligi bolan birleşmeleri emele getirýän anionlar:

F^-, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, $C_2O_4^{2-}$, $Cr_2O_4^{2-}$, $Cr_2O_7^{2-}$, SiO_3^{2-}, PO_4^{3-} we ş.m.

Anionlary analiz edilende olary bölüp aýyrmak, hersi üçin aýratyn täsirleşme geçirmek we olardan iň esasylaryny açmak maslahat berilýär:

I topardan – Cl^-, I^-, NO_2^- ionlary.

II topardan – CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, PO_4^{3-} ionlary açmaly.

Soraglar

1. Hil analiziniň aýratynlyklary.
2. Ionlaryň toparlara bölünişi.

2-nji laboratoriýa işi
Anionlaryň hil analizi

Işiň maksady: I, II toparlaryň anionlarynyň açylyşyny öwrenmek.

Gerekli reaktiwler: $CoCl_2H_2O$, $CoCl_2 \cdot 2H_2O$, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$, $KMnO_4$, NaCl, $CaCl_2$, H_2SO_4 (kons.), $MgCO_3$, H_2SO_4, $Ba(OH)_2$, $K_2Cr_2O_7$, Na_3PO_4, HNO_3, $FeCl_3$, $Fe(SCN)_3$, H_3PO_4, $(NH_4)_3$, $PO_4 \cdot 12MoO_3 \cdot 2H_2O$, HCl (6n), Na_2SO_4, BaCl.

Gerekli enjamlar: probirkalar, spirt şemi, tutgyçlar.

Işiň ýerine ýetirilişi.

I toparyň anionlarynyň hil analizi
Hlor iony açmak

Köp metallaryň hloridleri suwda ereýärler. Az ereýän hloridlere kümşüň, simabyň (I), gurşunyň we ş.m. hloridleri giriýärler. Az ereýän hloridler reňksizdirler. Ýöne käbir elementleriň hloridleri reňkli bolýar. Olara şular degişlidir:

$CoCl_2 \cdot H_2O$ – gök-syýa reňkli;

$CoCl_2 \cdot 2H_2O$ – gyzylymtyl bägül-syýa reňkli;

$CoCl_2 \cdot 6H_2O$ – gyzylymtyl bägül reňkli.

Hlorowodorod kislotasy we onuň duzlary turşy sredada gaýtaryjydyrlar we güýçli okislendirijiler bilen okislenip element hlory bölüp çykar ýarlar:

$$2Cl^- - 2e \rightarrow Cl_2 .$$

Käbir hloridler hlor ionyny birleşdirip, kompleks birleşme-ionlary emele getirmäge hem ukyplydyr:

$$PtCl_4 + 2Cl^- \rightarrow [PtCl_6]^{2-} \text{ we ş.m.}$$

1. Hlorowodorod kislotasynyň we hloridleriň güýçli okislendirijide okislenişi we Cl_2 bölüp çykaryşy.

$$10Cl^- + 2MnO_4^- + 16H^+ \rightarrow 2Mn^{2} + 8H_2O + 5Cl_2$$

$$\begin{array}{r|l} 5 & 2Cl - 2e \rightarrow Cl_2 \\ 6 & 2MnO_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \end{array}$$

II toparyň anionlarynyň hil analizi

II-nji topar anionlaryň bariý duzlary suwda eremeýärler, ýöne olar ($BaSO_4$-den başgasy) HCI, HNO_3 we CH_3COOH-da ereýärler. Bariden başga köp kationlar bilen emele getirilen duzlary suwda eremeýär (aşgar metallardan başgalar).

II-nji topar üçin umumy reaktiw bariniň duzlarynyň erginleridir. Olaryň $BaCrO_4$ $Ba(NO_3)_2$ sary reňkde, galanlary reňksizdir.

II-nji toparyň anionlary kümüş iony bilen eremezek duzlary emele getirýärler.

Karbonat ionynyň açylyşy

Güýçli esaslaryň kationlary bilen emele gelen kömür kislotasynyň duzlary suwda erände gidroliz geçýändigi üçin erginleri aşgar sredaly bolýarlar. Köp karbonatlar suwda eremeýärler. Diňe aşgar metall aryň (Li_2CO_3-den başgasy) we ammoniniň kationlary suwda ereýärler we reňki bolmaýar.

1. Uglerodyň ikili oksidiniň emele geliş täsirleşmesi.

Täsirleşmäni geçirmek üçin barmak şekilli çykyntgyly çüýşe enjamdan peýdalanmaly. Onuň bir çykyndysyna gury maddany ýa-da 1-5 ml derňelýän maddanyň erginini, beýlekisine $Ba(OH)_2$ hem-de hek suwuny ýerleşdirmeli.Gury madda salynan çykyntga gowşadylan H_2SO_4 erginini guýup, enjamyň agzyny dyky bilen tiz ýapmaly, şonda bulanyk ýa-da ak çökündiniň emele gelendigini görersiňiz. Onuň sebäbi birinji çykyntgydan bölünip çykýan CO_2 ikinji çykyntgydaky $Ba(OH)_2$ ýa-da hek suwy bilen täsirleşip, ak çökündi ýa-da bulanjak ergin ($CaCO_3$, $BaCO_3$) emele gelýär.

$$MgCO_3 + 2H^+ \rightarrow Mg^{2+} + H_2O + CO_2$$

$$\text{soňra } CO_2 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaCO_3 + H_2O .$$

Reaksiýany pH<7 bolanda-turşy sredada geçirmeli. Şeýle şertlerde sulfitler we tiosulfatlar hem dargap CO_2 gazyny emele getirýändigi üçin CO_3^{2-} açmaga päsgel berýärler. Şonuň üçin olar öňünden $K_2Cr_2O_7$ ýa-da $KMnO_4$ bilen okislendirilen bolmaly, ýagny birinji çykyntga azajyk $K_2Cr_2O_7$ ýa-da $KMnO_4$ goşmaly.

Fosfat ionynyň açylyşy

Ortofosfor kislotasy H_3PO_4 üç esasly kislota bolany üçin, üç hatar duzlary - iki hili turşy we orta duzlary emele getirýär - digidrofosfatlar, gidrofosfatlar we fosfatlar. Köp fosfatlar suwda eremeýärler. Fosfatlaryň köpüsi reňksiz ýa-da sary reňklidirler. Fosfat iony açmak üçin şu täsirleşmeler peýdalanylýar.

1. Demriň (III) duzlar bilen täsirleşmesi.

Demiriň (III) duzlar fosfat iony bilen suwda eremeýän, sarymtyl ak uksus kislotasynda eremeýän çökündi emele getirýär.

$$PO_4^{3-}+Fe^{3+}\rightarrow FePO_4\downarrow .$$

Has effektiw täsirleşme demir rodanidi bilen fosfat ionyň arasyndaky täsirleşmedir. Sebäbi onda diňe bir $FePO_4$ çökündi emele gelmän, demir rodanidiniň gyzyl-gan reňkli çökündisi hem öçýär.

$$PO_4^{3-}+Fe(SCN)_3 \rightarrow FePO_4\downarrow+3SCN^{-}.$$

2. Ammoniý molibdaty bilen täsirleşme.

Barlanylýan erginden birnäçe damjany farfor tigeline ýa-da okarajygyna guýup, üstüne 2-3 damja konsentrirlenen azot kislotasyny damdyryp, sorujy şkafyň aşagynda guraýança gyzdyrmaly. Şonda açmaga päsgel berýän HCl uçup gidýär. Soňra gury çökündä 2-3 damja HNO_3, 2-3 damja NH_4NO_3 we 5-6 damja $(NH_4)MoO_4$ damdyrmaly. Garyndyny gyzdyrmaly. Eger-de PO^{3-}_4 bar bolsa, onda entäk sowuk wagtynda sary çökündi ammoniý fosformolibdaty $(NH_4)_3PO_4\cdot 12MoO_3\cdot 2H_2O$ emele geler.

$$H_2PO_4+12(NH_4)_2MoO_4+21HNO_3\rightarrow$$
$$\rightarrow (NH_4)_3PO_4\cdot 12MoO_3\cdot 2H_2O+21NH_4NO_3^{+}+10H_2O$$

Gaýtaryjy HCl reaksiýa päsgel berýär.

12-Sargyt 1392

Sulfat ionynyň açylyşy

Gowşak esaslar bilen kükürt kislotasynyň emele getiren duzlarynyň suw erginleriniň turşy sredasy bolýar. Köp sulfatlar suwda ereýärler. Eremeýän sulfatlara $BaSO_4$, $CaSO_4$, $SrSO_4$, $PbSO_4$, $HgSO_4$ degişlidir. Sulfat ion – reňksizdir.

Sulfat iony açmak üçin şu reaksiýany ulanýarlar:

1. Bariý hloridi bilen reaksiýa.

Probirka 1-2 damja barlanylýan erginden damdyryp, üstüne 2-3 damja 6n HCl we 1-2 damja $BaCl_2$ ergini guýmaly. Sulfat iony bar bolsa şol wagtyň özünde duz kislotasynda eremeýän kristal ak çökündi $BaSO_4$ emele geler. Başga ionlar açylyşa päsgel bermeýär.

Soraglar

1. Anionlaryň toparlara bölünişi nämä esaslanan?
2. I we II toparlaryň anionlarynyň okislenme-gaýtarylma häsiýetleri nähili?
3. Cl-,CO_3^{2-},PO_4^{3-}-ionlarynyň tapylyşynyň daşarky sypatlary nähili?

3-nji laboratoriýa işi
Kationlaryň hil analizi

Işiň maksady: I, II, III toparlaryň kationlarynyň açylyşyny himiki reaksiýalaryň üsti bilen tejribede öwrenmek.

Gerekli reaktiwler:

I analitiki toparyň kationlary. KCl, $Na_3[Co(NO_2)_6]$, NaOH, NH_4Cl, $NaHC_4H_4O_6$, $H_2C_4H_4O_6$, CH_3COONa, Nessleriň reaktiwi, $MgSO_4$, Na_2HPO_4, NH_4OH,O-oksihinolin.

II analitiki toparyň kationlary. $(NH_4)_2CO_3$, $CaCl_2$, Na_2CO_3, HCl, HNO_3, CH_3COOH, $(NH_4)_2C_2O_4$, $K_4[Fe(CN)_6]$, NH_4Cl, NH_4OH, $SrCl_2$, $(NH_4)_2SO_4$, $BaCl_2$, $K_2Cr_2O_4$, $K_2Cr_2O_7$.

III analitiki toparyň kationlary. $(NH_4)_2S$, $AlCl_3$, $CrCl_3$, KOH, NH_4OH, $CoCl_2$, NH_4SCN, $FeCl_3$, NH_4F, $FeCl_3$ $FeSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$, $AgNO_3$, $K_3[Fe(CN)_6]$, $Pb(CH_3COO)_2$, $BaCl_2$, $K_2Cr_2O_4$, $K_2Cr_2O_7$, Na_2SO_3, H_2SO_4, benzidin.

Gerekli enjamlar: probirkalar, aýna taýajyklar, indikator uniwersal kagyzlar, spirt şemi, tutgyçlar.

Kationlaryň I analitiki topary
Umumy häsiýetnamasy

Şu kitapda kükürtwodorod usuly boýunça hemme kationlar 5 analitiki topara bölünýär. Şu klassifikasiýanyň esaslaryny goýan N.A.Menşutkindir (1842-1907 ý.ý.)

1 topar – NH_4^+, K^+, Mg^{2+}, Na^+, Li^+, Cs^+, Rb^+ .

Bu kationlar üçin toparlaýyn reaktiw ýokdur.

2 topar - Ca^{++}, Ba^{++}, Sr^{++}, Ra^{++}

Toparlaýyn reaktiw – $(NH_4)_2CO_3$;

3 topar – Al^{+++}, Cr^{+++}, Mn^{++}, Fe^{++}, Fe^{+++}, Co^{++}

Toparlaýyn reaktiw - $(NH_4)_2S$;

4 topar – Hg^{++}, Cu^{+++}, Su^{++}, Sn^{IV}

Toparlaýyn reaktiw – H_2S;

5 topar – Ag^+, Pb^{++}, $[Hg_2]^{++}$

Toparlaýyn reaktiw – HCl.

Birinji analitiki topara kationlar Na^+, K^+, Li^+, NH_4^+, Mg^{++}, Rb^+, Cs^+ ionlary giryärler.

Aşgar metallary D.I. Mendeleýewiň periodiki sistemasynyň 1-nji toparynyň baş toparçasyna, Mg^{+2} bolsa, 2-nji toparyň baş toparçasyna giryärler. Magniý kationyny özüniň birnäçe häsiýetleri boýunça ikinji toparyň kationlaryna goşmak mümkin hem bolsa, ony birinji toparyň kationlary bilen öwrenýärler. Sebäbi, bariniň, stronsiniň we kalsiniň karbonatlary suwda gowy eremeýär. Emma II toparyň toparlaýyn reaktiwi $(NH_4)_2CO_3$ bilen magniý doly çöküp bilmeýär.

Birinji toparyň kationlarynyň duzlarynyň suw erginleri reňksizdir. Birinji toparyň kationlary üçin toparlaýyn reaktiw ýokdur. Bu topar iki bölege bölünýär.

1-nji bölege: NH_4^+, K^+, Rb^+, Rb^+, Cs^+- toparlaýyn reaktiwi ýok.

$Na_3[Co(NO_2)_6]$ – sary kristal çökündi;

$NaHC_4H_4O_6$ – ak kristal çökündi.

2-nji bölege: Li^+, Na^+, Mg^{+2} - toparlaýyn reaktiw ýok.

11*

Kaliý ionynyň täsirleşmeleri

1. Geksanitrokobaltat (III) natriý $Na_3[Co(NO_2)_6]$ pH=3 sredada kaliý iony bilen sary kristal çökündi $K_2Na[Co(NO_2)_6]$ kaliniň we natriniň ikili duzuny emele getirýär:

$$2KCl+Na_3[Co(NO_2)_6]\rightarrow\downarrow K_2Na[Co(NO_2)_6]+2NaCl$$

ýa-da ion formada: $2K^{+}+Na^{+}+[Co(NO_2)_6]^{3}\rightarrow\downarrow K_2Na[Co(NO_2)_6]$.

Emele gelen birleşme aşgarda dargamak bilen goýy-goňur reňkli çökündi kobaltyň (III) gidroksidini emele getirýär:

$$K_2Na[Co(NO_2)_6]+3NaOH=\downarrow Co(OH)_3+2KNO_2+4NaNO_2.$$

Reaksiýany geçirmek üçin $Na_3[Co(NO_2)_6]$ maddasynyň täze taýýarlanan erginini almaly, sebäbi ergin köp dursa, dargap Co^{3+} ionyny emele getirýär, ol bolsa erginiň reňkini gülgüne reňke öwürýär. Şonuň ýaly gülgüne reňke öwrülen ergin ulanmak üçin amatsyzdyr.

Täsirleşmäniň ýerine ýetirilişi

1-2 damja kaliý ionyny saklaýan erginiň üstüne 2 damja reagent $Na_3[Co(NO_2)_6]$ guýmaly we probirkanyň diwaryny aýna taýajyk bilen sürtmeli. Şonda sary kristal çökündi emele gelýär.

Erginde NH_4^{+} - ionynyň bolmagy şu täsirleşmäni geçirmäge päsgel berýär, sebäbi NH_4^{+} - iony hem şu reaktiw bilen sary kristal çökündini emele getirýär.

$$2NH_4Cl+Na_3[Co(NO_2)_6]=\downarrow(NH_4)_2Na[Co(NO_2)_6]+2NaCl.$$

Eger-de ergin güýçli turşy sredasynda bolsa, onda onuň üstüne tä pH=3 bolýança natriý asetatyny guýmaly.

Şeýlelikde, kaliý kationyny $Na_3[Co(NO_2)_6]$ reaktiw bilen açmak üçin täsirleşmäni uksus-turşy sredasynda geçirmeli. Eger-de erginde NH_4^{+} duzlary bar bolsa, onda ony gyzdyrmak, ýagny ýakmak bilen erginiň düzüminden aýyrmalydyr.

1. Gidrotartrat natriý $NaHC_4H_4O_6$ kaliý iony bilen pH=5-7 sreda-da ak kristal çökündi $KHC_4H_4O_6$ emele getirýär.

$$KCl+NaHC_4H_4O_6\rightarrow\downarrow KHC_4H_4O_6+NaCl$$

ýa-da ion formada

$$K^{+}+HC_4H_4O_6^{-}=KHC_4H_4O_6.$$

Çökündiniň häsiýetlerini barlamaly:

a) gyzgyn we sowuk suwda; b) aşgarlarda we mineral kislotalarda.

Ammoniý iony şu reaktiw bilen edil şunuň ýaly çökündi emele getirmegi sebäpli, kaliniň açylmagyna päsgel berýär.

Ammoniý ionynyň täsirleşmeleri

1. NaOH we KOH täsiri

Ammoniniň duzunyň erginine aşgar täsir etdirip gyzdyrylsa, ammiak gazy bölünip çykýandygy ysy boýunça ýa-da lakmus kagyzynyň reňkiniň üýtgemegi bilen kesgitlenýär.

$$NH_4Cl + NaOH \rightarrow NH_4OH + NaCl$$

$$NH_4OH \rightarrow NH_3 + H_2O\ .$$

Täsirleşmäniň ýerine ýetirilişi

Probirka 0,5-1 ml ammoniý ionyny saklaýan ergin ýerleşdirýärler we onuň üstüne 1-2 ml 2n NaOH ýa-da KOH erginini ýuwaşlyk bilen damdyrýarlar. Soňra probirkany spirtşeminiň odunda gyzdyrýarlar. Ammiak gazynyň bölünip çykýandygyny ysy boýunça ýa-da indikator kagyzyň bölegi bilen takyklaýarlar.

2. Nessleriň reaktiwiniň täsiri

Nessleriň reaktiwi aşgar sredasynda ammoniý iony bilen gyzyl-goňur reňkli çökündi emele getirýär.

$$NH_4Cl + 2K_2[HgI_4] + 4KOH \rightarrow \downarrow \left(O \begin{matrix} \diagup Hg \diagdown \\ \\ \diagdown Hg \diagup \end{matrix} NH_2 \right) J + KCl + 3H_2O + 7KI\ .$$

Täsirleşmäniň ýerine ýetirilişi

0,5 ml ammoniý ionyny saklaýan erginiň üstüne 1-2 ml Nessleriň reaktiwi guýulýar. Gowy garylandan soňra gyzyl-goňur çökündi emele gelýär. Egerde ammoniý ionynyň konsentrasiýasy örän az bolsa onda çökündi emele gelmän, ergin gyzyl-goňur reňke öwrülýär. Munuň açylmagyna reňkli we az ereýän gidroksidleri emele getirýän ionlar päsgel berýärler.

Ammoniý ionynyň Na^+ we K^+ ionlarynyň açylmagyna päsgel berýändigi sebäpli ergini bugartmak arkaly NH_4^-- ionyny erginden aýyrmaly.

$$NH_4Cl \xrightarrow{t^0} \downarrow NH_3 + HCl .$$

Soňra Nesslerin reaktiwi bilen aýna plastinkanyň üstünde barlamaly.

Magniý ionynyň täsirleşmeleri

1. Natriý gidrofosfaty Na_2HPO_4 ammoniý iony bilen pH>7 sreda-da NH_4^+ ergininiň gatnaşmagynda ak kristal çökündi $MgNH_4PO_4$ emele getirýär:

a) $MgSO_4 + Na_2HPO_4 \rightarrow \downarrow MgHPO_4 + Na_2SO_4$;

b) $MgHPO_4 + NH_4OH \rightarrow \downarrow MgNH_4PO_4 + H_2O$.

Magniý ionynyň açylmagyna az ereýän fosfatlary emele getirýän ionlar päsgel berýärler. NH_4^+, K^+ we Na^+ ionlary päsgel bermeýärler.

Täsirleşmäniň ýerine ýetirilişi

1-2 damja magniý ionyny saklaýan ergininiň üstüne 1-2 damja Na_2HPO_4 erginini guýýarlar we bulamak bilen 1 damjadan NH_3 erginini tä ammiagyň ysy emele gelýänçä guýulýar. Ak kristal şekilli çökündi emele gelýär. 70-100^{0}C-ä çenli gyzdyrylsa, çökündi tiz emele geler. Güýçli aşgar sredasynda täsirleşme geçirmeli däldir, sebäbi pH>10 bolsa $Mg(OH)_2$ we $Mg_3(PO_4)_2$ maddalarynyň emele gelmekleri mümkindir.

2. Mikrokristalloskopiki täsirleşme.

Bu täsirleşme $MgNH_4PO_4$ görnüşli kristallaryň emele gelmegine esaslanandyr. Eger haýal kristallaşmak geçse (magniý duzunyň ergini gowşak bolsa,) onda kristallar emele gelýär. Egerde tiz kristallaşmak geçse (magniý duzunyň konsentrasiýasyny köpräk saklaýan ýa-da özünde köp mukdarda NH_4^+-ionyny saklaýan ergin), onda ýyldyz şekilli ýa-da agaç görnüşli kristallar emele gelýär.

Täsirleşmäniň ýerine ýetirilişi

Predmet aýnasynyň üstünde bir damja Mg^{+2}- ionyny saklaýan ergin ýerleşdirýärler, gapdalynda bolsa reagentiň ergininden bir damja (Na_2HPO_4, NH_4Cl, NH_4OH garyndysyny) ýerleşdirýärler. Aýna taýajygynyň kömegi bilen damjalary birleşdirýärler. Emele gelen kristallara mikroskop arkaly seredýärler.

3. O-oksihinolin – HC_9H_6NO bilen magniý iony (pH=8-13) ýaşylymtyl-sary çökündini Mg oksihinolinatyny emele getirýär: $Mg(S_9H_6NO)_2$

$$2C_9H_6NOH+MgCl_2 \rightarrow \downarrow Mg(C_9H_6NO)_2+2HCl.$$

I toparyň kationlarynyň analiziniň gidişiniň gurluşy

1. Ergininiň pH sredasyny indikator bilen kesgitlemek we gerekli netije çykarmak.

2. NH_4^+ - ionyny açmak. Analizi ilki bilen ammoniý ionynyň bardygynyň ýa-da ýokdugynyň barlagyndan başlamaly, sebäbi NH_4^+ - ion kaliý iony açmak üçin päsgel berýär.

3. Mg^{2+} – iony açmak. Magniý ionyny açmak üçin ergine Na_2HPO_4+NH_4OH+NH_4Cl reagentlerini tasir etdirýärler, şonda Mg^{2+} ionynyň barlygynda $MgNH_4PO_4$ maddasynyň ak kristal çökündisi çöker.

4. Ammoniý iony aýyrmak.Ergini farfor jamjagaza guýýarlar we bugardýarlar. Soňra Nessleriň reaktiwi bilen, NH_4^+ - ionynyň bardygyny ýa-da ýokdugyny ýene-de bir gezek barlaýarlar. Çökündini süzmeli we süzülip alnan erginde K^+ - iony açmaly.

$$NH_4Cl \xrightarrow{t^0} \uparrow NH_3+HCl \text{ ýa-da}$$

$$NH_4Cl+NaOH \rightarrow NH_4OH+NaCl.$$

$$NH_3 \quad H_2O$$

5. Kaliý iony açmak üçin ergine $Na_3[Co(NO_2)_6]$ geksanitrokobaltat natrini (kobaltnitrit) täsir etdirmeli, emele gelen sary

reňkli kristal çökündi $K_2Na[Co(NO_2)_6]$ kaliý ionynyň barlygyny subut edýär (pH=4-5).

Kationlaryň II analitiki topary
Umumy häsiýetnamasy

Kationlaryň ikinji analitiki toparyna Ca^{++}, Ba^{++}, Sr^{++}, Ra^{++} kationlary giryärler. Bu aşgar ýer metallary D.I.Mendeleýewiň periodiki sistemasynyň ikinji toparynyň baş toparçasyna degişlidir. Toparyň toparlaýyn reagenti bolup ammiak we hlorly ammoniniň erginleriniň gatnaşmagynda ammoniý karbonatynyň duzunyň ergini $(NH_4)_2CO_3$ ulanylýar. Erginleriň sredasy pH=9,2—9,3 bolmalydyr.

II-nji toparyň ionlary birnäçe kyn ereýän duzlary emele getirýär: sulfatlar, fosfatlar, oksalatlar, karbonatlar. Toparyň toparlaýyn reagenti bolup ammoniý karbonaty duzunyň ergini ulanylýar. Näme üçin? Sebäbi:

1. $EKH_{BaCO_3} = 4,93 \cdot 10^{-9}$ $EKH_{BaSO_4} = 9,9 \cdot 10^{-11}$;
   $EKH_{SrCO_3} = 9,42 \cdot 10^{-9}$ $EKH_{SrSO_4} = 3,6 \cdot 10^{-7}$;
   $EKH_{CaCO_3} = 1,7 \cdot 10^{-8}$ $EKH_{CaSO_4} = 6,26 \cdot 10^{-5}$.

2. Sulfatlara görä karbonatlar ýeňillik bilen ergine geçýär (sebäbi gowşak kislotanyň duzlary kislotalarda aňsatlyk bilen ereýär).

3. Karbonat ionyň (CO_3^{-2}) artykmajy erginden ýeňillik bilen aýrylýar, turşadylanda dargaýar: $H_2CO_3=H_2O+CO_2$

4. Fosfatlar we oksalatlar PO_4^{-4} we $C_2O_4^{2-}$ analizi kynlaşdyrýarlar.

Diýmek: II-nji toparyň iň esasy häsiýeti onuň karbonatlarynyň suwda eremezligi. Şu häsiýeti II-nji topary I-nji topardan aýyrmak üçin ulanylýar.

Toparlaýyn reagentiň täsiri

II-nji toparyň kationlaryny doly aýyrmak üçin erginiň sredasy pH=9,2 bolmaly. Esasy roly $(NH_4)_2CO_3$ duzuň gidrolizi oýnaýar.

$$(NH_4)_2CO_3+H_2O \rightarrow NH_4HCO_3+NH_4OH$$
$$NH_4^{+}+HCO_3^{-}+H_2O \rightarrow H_2CO_3+NH_4OH .$$

$CaCO_3$, $SrCO_3$, $BaCO_3$ maddalary çökýärler, birinji toparyň kationlary erginde galýar. Toparlaýyn reagentiň täsirini tejribede serediň.

1. $CaCl_2$ we $BaCl_2$ erginlere $(NH_4)_2CO_3$ maddanyň täsiri: ak çökündi emele gelýär:

$$CaCl_2+(NH_4)_2CO_3 \rightarrow \downarrow CaCO_3+NH_4Cl$$
$$Ca^{++}+CO_3^{2-} = \downarrow CaCO_3 .$$

2. Şol erginleriň üstüne K_2CO_3 we Na_2CO_3 täsir edilende:

$$CaCl_2+Na_2CO_3 = \downarrow CaCO_3+2NaCl .$$

3. Birinji we ilkinji tejribelerde alynan çökündileriň üstüne HCl, HNO_3, CH_3COOH tasir edilende:

$$CaCO_3+2HCl \rightarrow CaCl_2+H_2CO_3$$
$$CaCO_3+2H^{+} \rightarrow Ca^{++}+H_2O+CO_2.$$

4. 1-2 damja $CaCl_2$ ergininiň üstüne 1-2 damja $(NH_4)_2CO_3$ we köpräk NH_4Cl ergininden guýulsa, $CaCO_3$ şonda ereýär, sebäbi NH_4Cl duzuň gidrolizi geçip, HCl emele gelýär.

Kalsiý ionynyň reaksiýalary

1. Ammoniý oksalaty $(NH_2)_2C_2O_4$ kalsiý iony bilen ak kristal çökündi CaC_2O_4 emele getirýär:

$$CaCl_2+(NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow \downarrow CaC_2O_4+2NH_4Cl$$

ion formada:

$$Ca^{++}+C_2O_4^{--} \rightarrow \downarrow CaC_2O_4 .$$

a) çökündi güýçli kislotalarda ereýär, emma uksus kislotasynda eremeýär:

$$CaC_2O_4+2HCl \rightarrow CaCl_2+H_2C_2O_4 .$$

b) $(NH_4)_2C_2O_4$ bilen meňzeş çökündi berýän Ba^{2+} we Sr^{2+} ionlary kalsiý ionynyň açylmagyna päsgel berýärler. BaC_2O_4 we SrC_2O_4 çökündileriniň CaC_2O_4–den tapawudy bularyň uksus kislotasynda eremekleridir:

$$2BaC_2O_4 + 2\,CH_3COOH = Ba(HC_2O_4)_2 + Ba(CH_3COO)_2 \rightarrow$$
$$\rightarrow Ba(CH_3COO)_2$$

Reaksiýanyň ýerine ýetirilişi

2-3 damja kalsiý ionyny saklaýan erginiň üstüne 2-3 damja reagentiň erginini guýmaly. Ak kristal çökündi emele gelýär.

2. Geksasianferrat (II) kaliý $K_4[Fe(CN)_6]$ bilen reaksiýasy:

$$CaCl_2 + K_4[Fe(CN)_6] + NH_4Cl \rightarrow \downarrow CaKNH_4[Fe(CN)_6] + 3KCl$$

ion formasy:

$$Ca^{++} + K^{+} + [Fe(CN)_6^{-2}] \rightarrow \downarrow CaKNH_4[Fe(CN)_6]$$

Reaksiýanyň ýerine ýetirilişi

Probirkada 2-3 damja kalsiý iony saklaýan ergini 5 damja ($NH_4ON + NH_4Cl$) ergini we 2-3 damja reagentiň erginini garyşdyrýarlar. Probirkany gyzdyrmaly. Kristalik çökündiniň emele gelmegi kalsiniň bardygyny görkezýär. Çökündi uksus kislotasynda eremeýär:

a) eger pH>7 bolsa duýgurlygy ulalýar.

b) bir damja etanol guýulsa, çökündi tiz çökýär.

ç) Ba^{++} ionlary kalsiniň açylmagynyň reaksiýasyna päsgel berýärler.

d) çökündi uksus kislotasynda eremeýär. Bu ýagdaý bolsa $SrCO_3$–den tapawutlandyrmaga kömek berýär, sebäbi aşgar sredasynda CO_3^{2-} -iony şunuň ýaly çökündi bermegi mümkin.

3. Ýalnyň reňklenmegi. Kalsiniň uçujy duzlary ($CaCl_2$, $Ca(NO_3)_2$) gaz gorelkasynyň ýalnyny gyzyl-kerpiç reňkine öwürýär.

4. Kükürt kislotasy bilen mikrokristalloskopiki täsirleşme.

Sagat aýnajygynyň üstüne 1 damja $CaCl_2$ bilen 1 damja gowşadylan H_2SO_4 guýýarlar we suwly gapda çalaja gyzdyrýarlar. Şonda iňňe şekilli kalsiniň sulfatynyň kristallary emele gelýär ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$). Eger-de bariý we stronsiý ionlary kalsiden 10 esse köp bolsalar, onda olar kalsiniň açylmagyna päsgel berýärler.

5. Natriý gidrofosfaty bilen kalsiniň ionlary ak çökündi emele getirýär:

$$Ca^{2+}+HPO_4^{2-}\rightarrow\downarrow CaHPO_4 .$$

Çökündi HCl, HNO_3, CH_3COOH kislotalarynda ereýär.

Stronsiý ionynyň reaksiýalary

1.H_2SO_4, $(NH_4)_2SO_4$ ýa-da gips suwy (doýgun $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ suw ergini) stronsiniň ergini bilen ak çökündi emele getirýär:

$$SrCl_2+CaSO_4 =\rightarrow SrSO_4+CaCl_2$$

$$SrCl_2 +(NH_4)_2SO_4=SrSO_4+2\ NH_4Cl$$

ion formasy:

$$Sr^{2+}+SO_4^{2-}\rightarrow\downarrow SrSO_4 .$$

a) gyzdyrmaklyk stronsiniň sulfatynyň emele gelmegini tizleşdirýär.

b) täsirleşmäniň geçmegine bariý ionlary päsgel berýärler, sebäbi olar gyzdyrylmanka gips suwy bilen ak çökündi sulfatlary emele getirýärler.

Bariý ionynyň reaksiýalary

1. Hromat (bihromat) kaliý bilen asetat bufer ergininde bariý iony sary kristal çökündi emele getirýär:

a) $BaCl_2+K_2CrO_4\rightarrow\downarrow BaCrO_4+2KCl$

ion formasy : $Ba^{2+}+CrO_4^{2-}\rightarrow\downarrow BaCrO_4$

b) $2BaCl_2+K_2Cr_2O_7+H_2O \rightarrow\downarrow 2BaCrO_4+2KCl+2HCl$

ion formasy: $2Ba^{2+}+Cr_2O_7^{2-}+H_2O\rightarrow\downarrow 2BaCrO_4+2H^+$.

Reaksiýanyň ýerine ýetirilişi

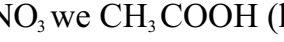
1-2 damja bariniň ionyny saklaýan ergininiň üstüne 3-4 damja asetat natriniň erginini we 1-2 damja bihromat (hromat) kaliniň erginini guýýarlar. Probirkany suwly gapda gyzdyrýarlar. Bariý hromatynyň sary çökündisi emele gelýär.

a) bariniň açylmagyna Hg (I,II), Ag^+, Pb^{+}, Bi^{+}, Ni^{+}, Co^{+}, Fe^{+} ionlary päsgel berýärler, sebäbi bular hem reňkli hromatlary emele getirýärler.

b) pH<7 bolanda Ca^{++} we Sr^{++} ionlary $K_2Cr_2O_7$ bilen çökündi emele getirmeýärler we bariniň açylmagyna päsgel bermeýärler. Şonuň üçin bu täsirleşme diňe barini açmak üçin däl-de, ony stronsiden we kalsiden bölüp aýyrmak üçin hem ulanýarlar.

ç) täsirleşmäni pH = 5 sredada geçirmeli.

d) $BaCrO_4$ çökündisi güýçli kislotalarda ereýär, emma uksus kislotasynda eremeýär:



$$2BaCrO_4 + HCl = 2BaCl_2 + H_2Cr_2O_7 + H_2O.$$

2. Ýalnyň reňklenmegi. Bariniň uçujy duzlary ($BaCl_2$, $Ba(NO_3)_2$) gaz gorelkasynyň ýalnyny sarymtyl – ýaşyl reňke öwürýär.

3. Kükürt kislotasy we onuň ereýji duzlary bariý iony bilen ak kristal çökündi $BaSO_4$ emele getirýär:

$$Ba^{2+} + SO_4^{2+} = BaSO_4.$$

Çökündi gowşadylan güýçli kislotalarda eremeýär. Onuň ereýjiligi H_2SO_4-üň emele gelmekligi sebäpli, güýçli kükürt kislotasynda has-da azalýar. $BaSO_4$ çökündisini eretmek üçin ony ilki bilen $BaCO_3$ çökündisine öwürýärler:

$$BaSO_4 + Na_2CO_3 = \downarrow BaCO_3 + Na_2SO_4$$

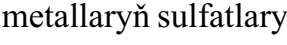
$$BaCO_3 + 2CH_3COOH = Ba(CH_3COO)_2 + H_2O + CO_2\downarrow.$$

Bu reaksiýanyň geçmegine az ereýji sulfatlary emele getirýän Rb^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+} ionlary päsgel beräýärler.

Reaksiýanyň ýerine ýetirilişi

1-2 damja bariý ionyny saklaýan erginiň üstüne 1-2 damja 2n H_2SO_4 ýa-da aşgar metallaryň sulfatlaryny guýýarlar. Ak kristal çökündi emele gelýär.

4. Ammoniý oksalaty $(NH_4)_2C_2O_4$ bilen bariý ionlary ak çökündi emele getirýär:



$$BaCl_2 + (NH_4)_2C_2O_2 \rightarrow \downarrow BaC_2O_4 + 2NH_4Cl.$$

Çökündi HCl, HNO_3 we CH_3COOH (kislotalarynda gyzdyrylanda) ereýär.

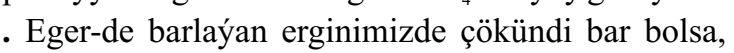
5. Natriniň digidrofosfaty Na_2HPO_4 bilen bariý ionlary ak çökündi emele getirýär.

$$Ba^{++} + HPO_4^{2-} \rightarrow \downarrow BaHPO_4.$$

Ol çökündi HCl, NHO_3 we CH_3COOH kislotalarda ereýär.

II toparyň kationlarynyň analiziniň gidişiniň gurluşy

1. Barlanýan erginde ilki bilen Ba^{++} ionyny açmak:



$$BaCl_2+K_2Cr_2O_7+H_2O+2CH_3COOH=2BaCrO_4+2NaCl+2KCl.$$

Eger-de sary çökündi emele gelse, diýmek, Ba^{++} iony erginde bar.

2. Bariý ionyny açandan soň, ony çökdürip aýyrmaly, sebäbi ol Ca^{++} iony açmaga päsgel beryär. Erginiň üstüne 2-3 damja CH_3COONa we damjalap $K_2Cr_2O_7$ ergini guýmaly. 1-2 minut ergini gaýnatmaly, soňra ony süzüp erginden aýyrmaly.

3. Süzülip alnan erginiň üstüne güýçli aşgar reaksiýasy üçin gaty Na_2CO_3 goşmaly, probirkany gyzdyrmaly, şondan soň $CaCO_3$ çökündini esasy erginden aýyrmaly.

4. Çökündini 4-6 damja $2NCH_3COOH$ ergini bilen eredip we 4-5 damja $(NH_4)_2C_2O_4$ täsir etdirmeli we gyzdyrmaly. Ca^{2+} ionynyň barlygynda CaC_2O_4 ak kristal şekilli çökündi çöker.

I we II analitiki toparlaryň kationlarynyň garyndysynyň analiziniň gidişiniň gurluşy

(Barlag işi)

1. Ilki bilen erginiň pH sredasyny kesgitlemeli we gerekli netije çykarmaly.

2. Barlanýan erginiň aýratyn bir böleginde NH_4^+ ionyny açmak (Nesslerin reaktiwi ýa-da NaOH bilen), soňra ikinji toparyň toparlaýyn reagenti bilen ergine NH_4^+ ionyny girizýäris.

3. Eger-de barlaýan erginimizde çökündi bar bolsa, onuň üstüne 2-3 ml 2n HCl täsir etdirmeli. Şonda çökündi aýrylmasa, diýmek, erginde II toparyň kationlarynyň sulfatlary bar. Şonuň üçin $CaSO_4$, $BaSO_4$, $SrSO_4$ maddalaryň karbonatlara geçirmeli, soňra 2n CH_3COOH bilen eretmeli.

4. Barlag erginiň üstüne NH_4Cl+NH_4OH (ysy çykýança), soňra $(NH_4)_2CO_3$-i guýmaly. Eger-de çökündi emele gelse, diý-

mek erginde II toparyň kationlary bar. Eger-de çökündi emele gelmese, erginde diňe I toparyň kationlary bar.

5. II toparyň kationlaryny I toparyň kationlaryndan bölüp aýyrmak üçin erginiň üstüne 1n NH_4OH (ysy çykýança) we birneme NH_4Cl guýmaly. Ergini 80^0C-ä çenli gyzdyrmaly we 25 minut ýöne goýmaly. Çökündini süzmeli. Süzülip alnan erginde I toparyň kationlaryny açmaly.

6. II toparyň kationlarynyň karbonatlaryny eretmek üçin çökündä 2 n CH_3COOH bilen täsir etmeli.

7. Bariý ionyny açmaly we çökdürip aýyrmaly. Şonuň üçin erginiň üstüne $K_2Cr_2O_7$+CH_3COONa goşmaly, Ba^{2+} ionynyň barlygynda sary kristal görnüşde $BaCrO_4$ çökündisi çökýär we ony süzüp erginden aýyrýarlar.

8. Ca^{2+} ionyny açmak we bölüp aýyrmak üçin ergine $(NH_4)C_2O_4$+CH_3COOH täsir etdirmeli. Ca^{2+} ionynyň barlygynda CaC_2O_4 ak kristal şekilli çökündi çöker we erginde Mg^{2+} iony galar.

9. Mg^{2+} ionyny açmak üçin ergine Na_2HPO_4+NH_4OH+NH_4Cl reagentlerini täsir etdirýärler, şonda Mg^2 ionynyň barlygynda $MgNH_4PO_4$ ak kristal çökündi çöker.

10. K^+ ionyny açmak. Eger-de erginde NH_4^+ iony bar bolsa (ony biz $(NH_4)_2CO_3$ bilen girizýäris), onda ony aýyrmaly. Şonuň üçin probirka birneme süzülip alnan ergin alyp, üstüne NaOH guýup, tä ammiagyň ysy ýitýänçä gaýnatmaly. Gaýnadylýan erginde K^+ ionyny açmak üçin $Na_3[Co(NO_2)_6]$ täsir etdirmeli, emele gelen sary reňkli kristal çökündi $K_2Na[Co(NO_2)_6]$ K^+ ionynyň bardygyny subut edýär.

Kationlaryň III analitiki topary
Umumy häsiýetnama

III analitiki toparyň kationlaryna şu aşakdaky metallaryň ionlary degişlidir: alýuminiý, hrom, demir, marganes, sink, kobalt, nikel we başgalar.

Ammoniý sulfidiniň III toparyň kationlary bilen çökündi emele getirmegi birinji we ikinji toparyň kationlaryndan tapawudydyr. Üçünji toparyň kationlarynyň sulfidleri suwda eremeýärler, gowşadylan mineral kislotalarda ereýärler. Diýmek, turşy sredada kükürtli wodorod sulfidleri emele getirmeýär. Bitarap sredada şeýle kükürtli wodorod bilen III toparyň kationlaryny çökdürmek üçin, ergine ilki bilen bufer garyndysyny goşmaly (pH=8-9). Tejribede H_2S deregine $(NH_4)_2S$ ulanylýar, sebäbi onuň dissosiasiýasy güýçli geçýär (konsentrasiýa köp bolýar). $(NH_4)_2S$ – III topar kationlarynyň toparlaýyn reagenti. Bu ýagdaýda $(NH_4)_2S$ özi hem ammoniý bufer ergini hökmünde bolýar pH=9,25.

$$(NH_4)_2S+H_2O \rightarrow NH_4HS+NH_4OH$$

$(NH_4)_2S$ (pH=7,2-9) üçünji toparyň kationlaryny iki bölege bölýär:

– **gidroksid görnüşinde:** $Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$ we başgalar – birinji topara.

– **sulfidler görnüşinde:** MnS, FeS, Fe_2S_3, CoS, ZnS we başgalar- ikinji topara.

Üçünji topar kationlaryň sulfidleriň köpüsi dürli-dürli reňk berýärler. Gidrolizi göz öňünde tutup:

$$6(NH_4)_2S+6H_2O=6NH_4HS+6NH_4OH$$

$$Cr_2(SO_4)_3+6NH_4OH=2Cr(OH)_3+3(NH_4)_2SO_4 .$$

Gidrolizi göz öňünde tutup Ai^{+++} üçin:

$$Al_2(SO_4)_3+6(NH_4)_2S+6H_2O=2Al(OH)_3+6NH_4HS+3(NH_4)_2SO_4 .$$

$Al(OH)_3$ ak reňkli çökündisi we $Cr(OH)_3$ mele-syýa reňkli çökündisi gowşadylan kislotalarda ereýärler.

Alýuminiý ionynyň täsirleşmeleri

Alýuminiý hemme birleşmelerde üç walentli.

1. Natriniň (kaliniň) gidroksidi we ammiak alýumininiň iony bilen ak amorf çökündi alýumininiň gidroksidini emele getirýär (pH=5).

$$Al^{3+}+3OH=\downarrow Al(OH)_3 \text{ ýa -da } H_3AlO_3 .$$

$Al(OH)_3$ amfoter häsiýeti ýüze çykarýar. Oňa göz ýetirmek üçin çökündini iki bölege bölýärler we olaryň biriniň üstüne duz kislotasyny, beýlekisiniň üstüne bolsa iýiji natrini guýýarlar:

$$Al(OH)_3+3HCl=AlCl_3+3H_2O$$

$$Al(OH)_3+NaOH=NaAlO_2+2H_2O\ .$$

Na alýuminaty

Bu iki ýagdaýda-da çökündi ereýär.

Täsirleşmäniň ýerine ýetirilişi

a. Doly çökdürmek pH≈5-de geçýär.

b. Täsirleşmäni gyzdyrmak bilen geçirmeli.

ç. Eger köp aşgar ýa-da kislota guýulsa, çökündi ereýär.

d. Alizarin alýuminiý iony bilen aşgar sredasynda açyk gyzyl reňkli çökündi emele getirýär. Täsirleşmäni damja usuly bilen geçirmek amatly bolýar.

Süzgüç kagyzyň üstüne 1 damja alýuminiý ionyny saklaýan ergin damdyrylýar. Soňra kagyzy güýçli ammiak erginini saklaýan çüýşäniň agzyna tutýarlar. Onsoň alizariniň spirt erginini damdyryp, tegmili gaz şekilli ammiak bilen işleýärler. Munuň üçin süzgüç kagyzyny güýçli ammiak erginini saklaýan çüýşäniň agzyna tutýarlar. Gyzyl syýa reňkli tegmil emele gelýär, kagyzy elektrik plitkanyň üstünde tutmaly, şonda reagentiň syýa reňki açyk-sary reňke öwrülýär we gyzyl reňkiň emele gelşine gözegçilik etmek bolýar.

Kobalt kationynyň täsirleşmeleri

Kobalt öz birleşmelerinde +2, +3 we +4 walentli. Iň berk birleşmelerde kobaltyň walentliligi Co^{+2}.

1. Iýiji aşgarlar KOH, NaOH, Co^{++} -iony bilen esas duzuň çökündisini emele getirýär:

$$Co^{++}+Cl^{-}+OH^{-}\rightarrow CoOHCl \qquad (Co\begin{matrix}\diagup OH\\ \diagdown Cl\end{matrix})$$

Eger aşgar köpräk guýulsa we gyzdyrylsa çökündi gülgüne reňkli kobaltyň gidroksidine geçýär:

$$CoOHCl+OH^{-} \rightarrow Co(OH)_2+Cl^{-}.$$

Howada dursa çökündiniň reňki ýuwaş-ýuwaşdan üýtgeýär – goňrumtyl reňke geçýär – kobaltyň (III) gidroksidi emele gelýär:

$$4Co(OH)_2+O_2+2H_2O=4Co(OH)_3.$$

Çökündi kükürt kislotasynda eremeýär, ýöne H_2SO_4+ H_2O_2 ýa-da $NaNO_2$ garyndysynda ereýär.

2. Ammiak NH_4OH kobalt (II) iony bilen esas duzuň gök çökündisini emele getirýär. Eger-de NH_4OH we ammoniniň duzy artykmajy bilen alynsa, onda çökündi sary reňkli kompleks birleşmesini emele getirip ereýär:

$$CoOHCl+7NH_4OH=[Co(NH_3)_6](OH)_2.$$

Ammoniý duzlarynyň barlygynda Co^{++}-iony ammiak bilen çökündi emele getirmeýär.

3. Ammoniý rodanidi NH_4SCN Co^{++}-iony bilen kompleks duzy $(NH_4)_2[Co(CNS)_4]$ emele getirýär.

Kompleks birleşmesiniň dissosiasiýasyny peseltmek üçin ammoniý rodanidiniň artykmaç mukdaryny guýmaly (0,5 ml Co^{++} iony saklaýan ergininiň üstüne 2-3 ml rodanidiň doýgun ergini guýmaly).

Kobaltyň açylmagyna Fe^{+++} iony päsgel berýär,sebäbi ol rodanid bilen gyzyl reňkli birleşme emele getirýär. Demriň (III) päsgel berijiligini aýyrmak üçin gyzyl reňk öçýänçä NaF ýa-da NH_4F guýmaly.

Marganes kationynyň täsirleşmeleri

Marganes birleşmelerde okislenme derejesi +2,+3,+4, +6,+7 bolup bilýär.

1. $Mn^{++} \rightarrow MnO_4$ okislenmesini her hili ýol bilen geçirip bolýar:

a) gurşunyň oksidi bilen okislenme:

Täsirleşmäniň ýerine ýetirilişi

Probirka birneme PbO_2 ýa-da Pb_3O_4 ýerleşdirmeli, üstüne HNO_3 (d=1,2 g/sm^3) guýmaly we ýuwaşlyk bilen gyzdyrmaly,

erginiň reňki boýunça gurşunyň reaktiwi marganes bilen hapalanandygy kesgitlenýär. Eger-de reaktiw arassa bolsa, şol probirkamyza 1-2 damja Mn^{++}-iony saklaýan ergin guýmaly. Ergin syýa-melewşe reňke öwrülýär:

$$2Mn(NO_3)_2+5PbO_2+6HNO_3 \rightarrow 2HMnO_4+5Pb(NO_3)_2+2H_2O$$

ýa-da

$$2Mn^{++}+5PbO_2+4H^{+}=2MnO_4^{-}+5Pb^{++}+2H_2O$$

ýa-da

$$\begin{array}{l|l} Mn^{++}-5e \rightarrow MnO_4^{-} & 2 \\ PbO_2+2e \rightarrow Pb^{++} & 5. \end{array}$$

b) wodorodyň peroksidi H_2O_2 aşgar sreda-da Mn^{+2} ionyny H_2MnO_3-e çenli okislendirýär.

$$Mn^{+2}+H_2O_2+2OH^{-}=H_2MnO_3+H_2O.$$

Fe^{++} we Fe^{+++} kationlarynyň reaksiýalary

Demir Fe^{++}, Fe^{+++} iony bolup biler.

Demir iki hili duzlary emele getirýär.

1. Okisiň duzlary – demir Fe^{+++}:
2. Sakisiň duzlary – demir Fe^{++};

Fe^{+++} kationynyň täsirleşmeleri

Üç walentli demriň duzlarynyň erginleriniň sary we gyzylgoňur reňkleri bar.

1. Iýiji aşgarlar Fe^{+++} iony bilen gidroksid emele getirýärler:

$$Fe^{+++}+3OH^{-} \rightarrow Fe(OH)_3 .$$

$Fe(OH)_3$ çökündisiniň amfoter häsiýetleri ýok we aşgaryň artykmaç mukdarynda eremeýär, sebäbi

$$EKH_{Fe(OH)_3} = 3{,}8 \cdot 10^{-19}.$$

$Fe(OH)_3$ çökündisi şeýle-de ammoniý duzlarynda eremeýär. Fe^{+++} ionynyň üstüne ammiak (ammoniý duzlarynyň gatnaşmagynda) täsir edilse, $Fe(OH)_3$ çökündisi alynýar.

2. Ammoniý we kaliý rodanidleri NH_4CN, KCN demriň (III) iony bilen gyzyl-gan reňkli suwda ereýän birleşme emele getirýär.

$$Fe^{+++} + 3CNS^{-} \rightarrow Fe(CNS)_3 .$$

Bu reaksiýa demriň (III) iony üçin has duýgur reaksiýalaryň biridir, ýöne erginde Fe^{+++} bilen kompleks birleşme emele getirýän her-hili garyndy bolsa (ftor, şawel kislotasy), onda gyzyl reňki öçýär:

$$Fe(CNS)_3 + 6F^{-} = [FeF_6] + 3CNS^{-} .$$

3. Kaliý ferrosianidi $K_4[Fe(CN)_6$ demriň (III) iony bilen goýy--gök çökündi ″berlin lazury″ emele getirýär:

$$4Fe^{+++} + 3[Fe(CN)_6]^{-4} \rightarrow \downarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 .$$

Bu reaksiýany birneme turşy sreda-da geçirýärler. Çökündi kislotalarda we reaktiwiň artykmaç mukdarynda ereýär. Mundan başga-da aşgarlar ″berlin lazury″ çökündisini eredýärler, şonda demriň (III) gidroksidi emele gelýär.

4. Sulfasilisil kislotasy Fe^{+++} iony bilen turşy sreda-da (pH=1,8–2,5) goňur-gülgüne reňkli kompleks Fe(SAL), [(SAL)-sulfafalisil kislotasynyň aniony], emele getirýär. Şu reaksiýany geçirmeklige Fe^{+++} iony bilen berk kompleks birleşmelerini emele getirýän garyndylar päsgel berýärler. Demriň (III) ionynyň açylmak derejesi 0,2 mg.

Reaksiýanyň ýerine ýetirilişi

Aýna bölejiginiň üstüne 1 damja barlanylýan erginden damdyrmaly, üstüne 1-2 damja 2n HCl we 3-4 damja sulfasilisil kislotasynyň 5%-li erginini goşmaly. Fe^{+++}-iony bar bolsa, onda goňur-gülgüne reňk emele gelýär.

Demriň (II) kationynyň reaksiýalary

Iki walentli demriň duzlarynyň erginleri açyk-ýaşyl reňklidir. Gowşadylan erginleri reňksizdir.

1) aşgarlar (NaOH we KOH) demriň ionyny $Fe(OH)_2$ görnüşinde çökdürýärler:

$$Fe^{++} + 2OH^{-} \rightarrow \downarrow Fe(OH)_2 .$$

Çökündiniň reňki hapa-ýaşylymtyl bolmaly. Howadaky kislorod suwuň gatnaşmagynda $Fe(OH)_3$-e çenli okislendirýär.

$$4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3 \text{– howada okislenişi.}$$

13*

2) kaliý ferrisianidi $K_3[Fe(CN)_6]$- demriň (II) ergini bilen gök reňkli çökündini emele getirýär. Çökündi kislotalarda eremeýär, ýöne aşgarlarda bolsa dargaýar:

$$2Fe^{++}+2[Fe(CN)_6]^{-}=\downarrow Fe_3[Fe(CN)_6].$$

3) dimetilglioksim (Çugaýewiň reaktiwi) demriň (II) iony bilen ammiak sredasynda çakyr kislotasynyň gatnaşmagynda gyzyl reňkli durnukly kompleksini emele getirýär. CrO_4^- we $Cr_2O_7^-$ anionlaryň reaksiýalary.

1. Kyn ereýän duzlaryň alnyşy.

Pb^{++},Ag^{++},Ba^{++} ionlary bilen CrO_4^{2-} aniony kyn ereýän çökündi emele getirýär. Bu häsiýetli CrO_4^- anionyny açmak we bölüp aýyrmak üçin peýdalanylýar. Reaksiýa geçirilende sredany pH=4,8-5-e çenli turşutmaly.

$CrO_4^{2-}+Pb^{++}=PbCrO_4$-sary reňkli çökündi HNO_3 we iýiji aşgarlarda ereýär, ýöne uksus kislotasynda eremeýär.

$$PbCrO_4^{-}+4OH^{-}=PbO_2^{-2}+CrO_4^{2-}+2H_2O.$$

Cl ion kümşüň CrO_4^{2-} bilen reaksiýasyna päsgel beryär, sebäbi bu ýagdaýda AgCl çökýär. Ol bolsa eremeýän duz. SO_4^{-2} ion Ba^{++} we Pb^{++} bilen $BaSO_4$ we $PbSO_4$ çökündi emele getirýär. Bu ýagdaý CrO_4^{2-} ionyny açmakda päsgel beryär.

$CrO_4^{-2}+Ba^{+2}\rightarrow BaCrO_4$ - sary reňk

$CrO_4^{2-}+2Ag^{+}\rightarrow Ag_2CrO_4$ – gyzyl-kerpiç reňk.

2. Cr^{+6} tä Cr^{+3} gaýtarylmagyny turşy sredada her hili gaýtaryjylar bilen geçirip bolýar: Na_2SO_3,H_2S,$FeSO_4$, C_2N_5OH

$$K_2Cr_2O_7+3Na_2SO_3+4H_2SO_4=Cr_2(SO_4)_3+K_2SO_4+Na_2SO_4+4H_2O$$

ýa -da

$$Cr_2O_7^{-2}+3SO_2^{-2}+8H^{+}\rightarrow 2Cr^{++}+3SO_4^{-2}+4H_2O.$$

Erginiň reňki Cr^{+6} tä Cr^{+3} gaýtarylýany sebäpli üýtgeýär.

3. Uksusturşy benzidin CrO_4^- (6-walentli hrom) ionlary bilen okislenýär. Emele gelen maddanyň reňki gök. Bu reaksiýa N. A. Tananaýew tarapyndan hödürlenipdir. Damja usuly bilen

ýerine ýetirilýär. Okislendirijiler reaksiýa päsgel bermez ýaly, CrO_4^{-2} ergini turşudylyp alynýar. Süzgüç kagyzynyň üstüne 1 damja barlanýan erginden alynýar, üstüne 1 damja benzidin guýulýar. Damja gögerýär, benzidin okislenýär.

III analitiki toparyň kationlarynyň garyndysynyň analizi

III analitiki toparyň kationlarynyň garyndysyny analizlemekde dürli usullar bar:

1. Ammiak usuly ammoniý duzlarynyň gatnaşmagyna NH_4-iň täsirine esaslanandyr. Al^{+3}, Cr^{+3}, Fe^{+3} kationlary gidroksid görnüşinde çökýärler, Mn^{++}, $[Zn(NH_3)_6]^{++}$, $[Co(NH_3)_6]^{++}$, $[Ni(NH_3)_6]^{++}$ erginde galýarlar.

2. Aşgar usulynda böleklere bölmekligi NaOH artykmaç mukdarynda gaýnadylyp geçirilýär. Al^{+++} we Zn^{++} ionlary alýuminat we sinkat görnüşinde erginde galýarlar, galan kationlar gidroksid görnüşinde çökýärler.

3. H_2O_2+NaOH artykmaç mukdary. Bu usulda: AlO_2^-, ZnO_2^{-2}, CrO_2^- erginde galýarlar, başga kationlar çökýärler. $Fe(OH)_3$, $Mn(OH)_2$, $Co(OH)_3$, $Ni(OH)_2$.

4. Asetat usulynda (diňe hromuň ýoklugynda ulanylýar), Al^{+3} we Fe^{+3} uksus kislota bilen $CH_3COO(OH)_2Al$ we $CH_3COO(OH)_2Fe$, emele getirýärler, başga kationlar bolsa ergin-de galýarlar. Ýöne hemme usulyň bir kemçiligi bar, ol hem bilelikde çökme prosesi. III topar kationlaryň sistematiki analiziniň ammiak usulyna seredip geçeliň.

Başlangyç geçirilýän barlaglar

Erginiň aýratyn bölekleri bilen geçirilýär. Şol aýratyn böleklerde Fe^{++} we Fe^{+++} ionlary açylýar, sebäbi analiz geçirilende olar okislenýärler we gaýtarylýarlar hem-de açylman galmagy mümkin.

1. Fe^{++} ionynyň açylyşyny ferrisianid $K_3[Fe(CN)_6]$ reagenti bilen geçirýärler.

2. Fe^{+++} ionynyň açylyşyny ferrisianid K3[Fe(CN)6] bilen goýy-gök çökündi ″berlin lazuri″ emele gelmek bilen geçirilýär. Ýa-da NH_4CNS bilen gyzyl-gan ýaly kompleks birleşme emele getirýär.

3. Soňra probirka 10-20 damja (barlanýan erginimizden 2 ml) we 1-2 damja 6n HNO_3 erginini guýup, probirkany gyzdyrmaly: $Fe^{++} \rightarrow Fe^{+++}$. Eger-de demriň ionlary ýok bolsa, onda birneme $FeCl_3$ goşmaly, $Cr(OH)_3$ bilelikde çöker ýaly.

4. NH_4OH+NH_4Cl artykmaç mukdarynda eremeýän gidroksidleri çökdürmek. Turşadylan erginiň üstüne 4-5 damja NH_4Cl+ $+NH_4OH$ erginden guýmaly, güýçli aşgar reaksiýa çenli. Garyndyny 70^0-80^0C -ä çenli gyzdyrmaly. Çökündi doly çöker ýaly, 1-2 damja NH4OH goşmaly:

$$Fe(OH)_3, Cr(OH)_3, Al(OH)_3 \quad \text{1-nji çökündi.}$$

$$[Co(NH_3)_6]^{++}, [Ni(NH_3)_6]^{++}, Mn^{++} \quad \text{1-nji ergin.}$$

Soraglar

I analitiki toparyň kationlary

1. I toparyň kationlarynyň umumy çökdürijisi barmy?
2. Näme üçin aşgar sredada K^+-ionyny $Na_3[Co(NO_2)_6]$ bilen açyp bolmaýar?
3. Mg^{2+} ionyny beýleki I toparyň kationlaryndan nädip aýryp bolýar?

II analitiki toparyň kationlary

4. Toparlaýyn reaktiw diýlip nämä aýdylýar?
5. Näme üçin Ba^{2+}-ionyna $K_2Cr_2O_7$ täsir edende $BaCrO_4$ çökündisi emele gelýär?

III analitiki toparyň kationlary

6. III analitik toparyň kationlaryna toparlaýyn reagent $(NH_4)_2S$ bilen täsirleşmäniň şertleri nähili?
7. Haýsy häsiýetli aýratynlyklary bilen III toparlaryň kationlary I we II toparlaryň kationlaryndan tapawutlanýarlar?
8. Bufer erginleri name we olar nähili ulanylýarlar?

4-nji laboratoriýa işi

Mukdar analizi

Işiň maksady: mukdar analiziniň aýratynlyklaryny, göwrüm we agram analiziniň görnüşlerini we aýratynlyklaryny laboratoriýa işinde öwrenmek.

Gerekli reaktiwler: mukdar analiziniň reaktiwlere bildirýän talaplary bilen tanyşmak.

Gerekli enjamlar: Göwrüm we agram analizinde ulanylýan enjamlar bilen tanyşmak.

Işiň ýerine ýetirilişi

Mukdar analizi himiki analizleriň esasy böleginiň biri bolup hyzmat edýär. Mukdar analiziniň maksady dürli maddalaryň düzüm gatnaşyklaryny mukdar taýdan kesgitlemekden ybaratdyr. Bu analiziň usullaryny üç topara bölýärler: himiki, fiziki-himiki we fiziki usullary.

Himiki usullaryň esasy aýratynlyklary olaryň himiki täsirleşmelere esaslanmagydyr. Himiki usullaryna, esasan, grawimetriki (çekim) we titrimetrik (göwrüm) usullary degişlidir.

Grawitemetriki usulynyň mazmuny kesgitlenýän iony ýa-da maddany ereýjiligi pes bolan çökündi görnüşinde çökdürmekden ybaratdyr.

Titrimetriki analizi himiki täsirleşmä gatnaşýan maddalaryň göwrümlerini anyk kesgitlemeklige esaslanandyr.

Kesgitlenýän maddanyň ergininiň üstüne ýuwaş-ýuwaşdan standart erginini guýmak prosesine titrlemek diýilýär.

Goşulan standart erginiň mukdary kesgitlenýän maddanyň ekwiwalent mukdaryna deňleşen ýagdaýyna titrlemegiň ekwiwalent nokady diýilýär. Ony indikatoryň kömegi bilen ýa-da titrleýän erginiň fiziki-himiki häsiýetleriniň üýtgemegi bilen kesgitläp bolýar. Titrimetrik- analiz çekim analizinden çaltlygy bilen tapawutlanýar.

Titrlemek üçin haýsy standart erginiň ulanylýandygyna görä titrimetriki usul hem şu usullara bölünýär: neýtrallaşdyrma, permanganatometriýa, iodometriýa, kompleks emele getirme we başgalar.

Soraglar

1. Mukdar analiziniň hil analizinden tapawudy nähili?
2. Göwrüm analiziniň düýp manysy näme?
3. Agram analizi näme?

5-nji laboratoriýa işi

Neýtrallaşdyrmak (kislota-esas) usuly

Işiň maksady: Neýtrallaşdyrma (kislota-esas) üýtgemesi arkaly titrimetriki usuly laboratoriýada öwrenmek.

Gerekli reaktiwler: HCl (kons.), Na_2CO_3-0,1n fiksanal, metilmämişi indikatory.

Gerekli enjamlar: pipetkalar, býuretkalar, ölçeg kolbalary.

Işiň ýerine ýetirilişi

Neýtrallaşdyrmak usuly – wodorod iony bilen gidroksid ionynyň ýa-da gidroksoniý iony bilen gidroksid ionynyň özara täsir edişmesine esaslanandyr.

$$H_3O^+ + OH^- = 2H_2O \quad \text{ýa-da} \quad H^+ + OH^- = H_2O.$$

Bu usulda kislotalaryň standart erginleri bilen aşgarlary titrläp, olaryň konsentrasiýalaryny kesgitläp bolýar we tersine. Kislotalaryň we aşgarlaryň erginleri reňksizdirler. Şonuň üçin titrlemegiň ekwiwalent nokadyny kesgitlemek üçin kislota aşgar indikatorlary diýip atlandyrylýan indikatorlar ulanylýarlar. Şolardan tejribede köp ulanylýanlary lakmus, fenolftalein we metilmämişi indikatorlarydyr.

Hasaplamalar:

$$N_B V_B = N_A V_A \tag{1}$$

$$T_B = \frac{N_B \cdot E_B}{1000} \tag{2}$$

$$T_{\frac{B}{A}} = \frac{N_B \cdot E_A}{1000} \tag{3}$$

$$g_A = \frac{N_B \cdot E_A}{1000} \tag{4}$$

$$g_A = \frac{N_A \cdot E_A \cdot A}{1000}. \tag{5}$$

Bu ýerde N_A,N_B - A we B- maddalaryň erginleriniň normallygy, V_A,V_B-şol erginleriň degişli göwrümleri (ml), T_B- B erginiň titri, $T_{B/A}$- B erginiň A ergine görä titri, (g_A)-A maddanyň massasy.

Standart (titrlenen) erginleri taýýarlamak

Standart erginleriň taýýarlanyşynyň tehnologiýasy:

1. Kislotanyň ýa-da aşgaryň dykyzlygyny areometr bilen ölçemeli (ergin ýa-da konsentrirlenen madda). Maglumatnama boýunça C %-de kesgitlemeli.

2. % konsentrasiýadan normal (ýa-da molýar) konsentrasiýa geçirmeli:

$$C_N = \frac{C\,\% \cdot d \cdot 10}{E} \qquad (6)$$

$$C_M = \frac{C\,\% \cdot d \cdot 10}{M} \cdot \qquad (7)$$

Bu ýerde d-erginiň dykyzlygy, $C_{\%}$, C_N, C_M- %, normal, molýär konsentrasiýalar.

Eger-de alynýan maddamyz gaty jisim bolsa, onda onuň agramyny 4-nji ýa-da 5- nji formula boýunça hasaplaýarys.

0,1 n HCl erginini taýýarlamak

Normal konsentrasiýaly HCl erginini taýýarlamak üçin konsentrirlenen duz kislotasyndan gerek bolan göwrümini özbaşdak ýumuş boýunça hasaplamaly. Mysal üçin, 250 ml 0,05n HCl erginini taýýarlamaly (d=1,19 g/sm^3, C%=36,45).

Hasaplamaly:

$$C_N = \frac{C\,\% \cdot d \cdot 10}{E_{HCl}} = \frac{36,45 \cdot 1,19 \cdot 10}{36,45} = 11,9 \ \text{g-ekw}/\ell$$

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

$$V_2 = \frac{N_1 \cdot V_1}{N_2} = \frac{0,05 \cdot 250}{11,9} = 1,05 \text{ ml.}$$

(konsentrirlenen HCl göwrümi)

Şeýlelik bilen, işçi ergini taýýarlamak üçin, konsentrirlenen HCl-dan 1,05 ml alyp, 250 ml ölçeg kolba ýerleşdirmeli. Soňra kolbanyň belligine çenli distilirlenen suw guýmaly. Kolbany dykysy bilen ýapyp, gowy garyşdyrmaly (2-3 minut).

Talyplar özleriniň özbaşdak ýumuşlary boýunça şu hasaplamalary geçirmeli.

0,1n Na_2CO_3 ergini taýýarlamak

(ýa-da özbaşdak ýumuşda görkezilen konsentrasiýa)

Duz kislotasynyň normallygyny we titrini kesgitlemek üçin, Na_2CO_3 agramyny hasaplaýarys, analitiki terezide ölçeýäris (takyk 0,0001 g-a çenli), soňra ölceg kolba salýarys, birneme distilirlenen suw guýýarys we gowy eredýäris. Onsoň kolbanyň belligine çenli distilirlenen suw guýýarys we ýene-de gowy garyşdyrýarys (2-3 minut). Kolbanyň agzy dyky bilen gowy ýapyk bolmaly. Na_2CO_3 maddasynyň agramyny 4-nji we 5-nji formulalar boýunça hasaplaýarys.

Meselem, 100 ml 0,1n Na_2CO_3 ergini taýýarlamaly. Analitiki terezide näçe gram gerek bolsa Na_2CO_3-i çekmeli.

$$g_A = \frac{N_A \cdot E_A \cdot V}{1000} = \frac{0{,}1 \cdot 53 \cdot 100}{1000} = 0{,}5300 \text{ g}$$

$$E_{Na_2CO_3} = \frac{M_M}{2} = \frac{106}{2} = 53.$$

Na_2CO_3 (V_{al}) ergini duz kislotasynyň işçi ergini bilen titrlenende metil-mämişi indikator (pH=3,1≈4,4) peýdalanylýar.

Alikwota göwrümde (V_{al}) Na_2CO_3 mukdaryny kesgitlemek üçin şu formula ulanylýar:

$$g_A = \frac{N_B \cdot E_A}{1000 \cdot A}.$$

Duz kislotasynyň normallygyny (N) we titrini (T) Na_2CO_3 boýunça kesgitlemek

Neýtrallaşma reaksiýa şu usulyň esasydyr:

$$Na_2CO_3 + 2H^+ \rightarrow 2Na^+ + H_2O + CO_2 .$$

Indikator metil-mämişi 2-3 damja.

Taýýarlanylýan kislotanyň konsentrasiýasyny takyk kesgitlemek üçin Na_2CO_3-üň standart erginiň bellibir göwrümini pipetka bilen ölçäp almaly (10-20 ml). Ilki bilen gowy, pipetka bilen işlemäni öwrenmeli, ony konus şekilli kolba geçirmeli (100-200 *ml*) üstüne 1-2 ml damja indikator goşmaly we býuretkadaky HCl ergini bilen gülgüne-melewşe reňke geçýänçä titrlemeli.

Titrlemäni ýerine ýetirilende kislotany hemişe bellibir tizlik bilen goşmaly, kolbany hemişe garyşdyryp durmaly. Titrlemäni 3-5 gezek gaýtalamaly.

Hasaplamaly:

Aýdalyň, V_{al}=10 ml 0,1n Na_2CO_3 titrlemek üçin duz kislotasynyň aşakdaky göwrümleri harçlanyldy. Bularyň ortaça arifmetiki bahasyny hasaplamaly:

1) 19,80 ml;
2) 20,05 ml;
3) 19,50 ml;
4) 20,10 ml;
5) 19,80 ml;

$V_{ortaça}$=19,84 ml .

Kislotanyň normallygyny şu formula boýunça kesgitlemeli:

$$N_{HCl} \cdot V_{HCl} = N_{Na_2CO_3} \cdot V_{Na_2CO_3}$$

$$N_{HCl} = \frac{N_{Na_2CO_3} \cdot V_{Na_2CO_3}}{V_{HCl}} = \frac{0,1 \cdot 10}{19,84} = 0,0509$$

$$T_{HCl} = \frac{0,0509 \cdot 36,45}{1000} = 0,001858 \text{ g/ml}$$

$$T_{HCl/Na_2CO_3} = \frac{0,0509 \cdot 53}{1000} = 0,002703 \text{ g/ml.}$$

Eger-de hemme hasaplamalarymyz dogry bolsa, onda:

$$K = \frac{N_{pr}}{N_{teor}} = \frac{T_{pr}}{T_{teor}}$$

$$K = \frac{0,0509}{0,05} = \frac{0,001858}{0,001823} = 1,018.$$

Bu ýerde K-analitiki köpeldiji, düzediş koeffisiýenti.

Şeýlelik bilen, biz işçi (titrlenen) HCl ergini (N=0,0509 we T=0,001858 *g/ml*) taýýarlap, ony neýtrallaşdyrma usuly bilen dürli maddalaryň mukdaryny kesgitlemek üçin ulanyp bileris.

Suwuň talhlygyny kesgitlemek

Suwuň talhlygyny –onuň içinde erän kalsiý we magniý (käwagtlar demriň) duzlarynyň barlygyna baglydyr.

Suwuň talhlygy karbonatly we karbonatsyz (durnukly ýagdaýy) görnüşde tapawutlandyrylýar.

Karbonatly (wagtlaýyn) talhlylyk tebigy suwda iki walentli Ca^{+2}, Mg^{+2}, Fe^{+2} metallaryň turşy kömürturşy (gidrokarbonatlaryň) duzlarynyň barlygy bilen kesgitlenilýär.

Karbonatly (wagtlaýyn) talhlygy suwy gaýnatmak bilen aýyrýarlar. Şonda ýokarda agzalan kationlaryň karbonatlary (kömürturşy duzlary) çökýärler.

$$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow \downarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2 \uparrow .$$

Karbonatsyz (durnukly hemişelik,) talhlyk tebigi suwda ereýän kalsiniň, magnininiň (demriň) kükürtturşy (sulfat) we hlorly (hlorid) duzunyň barlygy bilen kesgitlenilýär, suwy gaýnatsaň hem olar suwda galýarlar.

Wagtlaýyn (karbonatly) we hemişelik (karbonatsyz) talhlyklaryň jemi umumy talhlygy emele getirýär.

Talh (ergin) suwy bug gazanlarynda we önümçilikde peýdalanyp bolmaýar. Ony ilki bilen ýumşatmaly.

Suwuň talhlygyny kesgitlemek örän möhüm we tehnikada hem-de senagatda giňden ulanylýar. Suwuň umumy talhlygyny 1 litr suwda erän Ca^{+2}, Mg^{+2}, Fe^{+2} duzlarynyň mg-ekw mukdary bilen kesgitlenilýär. 1 mg-ekw talhlylyk 1 litr suwda 20,04 *mg* Ca^{+2} ,12,16 mg Mg^{+2} ionynyň bardygyny aňladýar.

Usulyň teoretiki esasy

Wagtlaýyn talhlygy kesgitlemek usuly duz kislotasy bilen gidrokarbonatlaryň arasynda geçýän reaksiýalara esaslanandyr.

$$Ca(HCO_3)_2+2H^+=Ca^{++}+2H_2O+CO_2\uparrow.$$

Barlanylýan suwa kislota goşulyp başlamazdan ozal suwa sary reňkli metilmämişi indikatory goşulan bolmaly, sebäbi kalsiý we magniý gidrokarbonatlarynyň gidrolizi netijesinde aşgar sredasy emele gelýär. Býuretkadan kislotany guýlan mahalynda ony damjaladyp guýmaly we iň soňky damjada metil-mämişi indikatoryň reňki gyzylymtyl bolanda bes etmeli.

Titrlemek üçin konus şekilli kolba býuretkadan ýa-da kolbadan ölçäp 50 ml barlanylýan suwy guýmaly, oňa 2-3 damja metilmämişi indikatoryny goşmaly we usullyk bilen kolbany üznüksiz çaýkap duz kislotasynyň işçi (titrlenen) ergini bilen titrlemeli. Iň soňky damjasynda reňki üýtgeýänçä titrlemek işini dowam etmeli. Erginiň reňkini kesgitlemek üçin ýörite taýýarlanan şaýat ergin bilen deňeşdirmeli. Deňeşdirmek üçin ýörite 50 ml barlanylýan suwa 2 damja metil-mämişi indikatoryny goşup taýýarlaýarlar.

Tejribäni ýene-de gaýtalap geçirmeli we kislotanyň näçe göwrüminiň harçlanýandygyny dogry belläp almaly. Üç saparky tejribäniň netijesiniň tapawudy biri-birinden kislotanyň 0,1 millilitr göwrümden artyk bolmaly däldir.

Hasaplamak üçin kislotanyň ortaça göwrümi ulanylýar. Wagtlaýyn talhlylygy şu formula boýunça hasaplaýarlar:

$$T_{suw}=\frac{N_{HCl}\cdot V_{HCl}\cdot 1000}{V_{al}}\ \text{mg-ekw}/\ell\ .$$

Bu ýerde V_{HCl}- tejribede harçlanan kislotanyň ortaça göwrümi (ml), N_{HCl}-kislotanyň normallygy, V_{al}- barlanylýan suwuň göwrümi (ml).

Soraglar

1. Neýtrallaşdyrmak usuly nämä esaslanan?
2. Işçi we anyklaýjy erginler näme?
3. Ekwiwalentlik nokady näme?Konsentrirlenen erginlerden nädip berlen konsentrasiýaly erginleri taýýarlamaly?

6-njy laboratoriýa işi
Permanganatometriýa usuly

Işiň maksady: okislenme-gaýtarylma reaksiýalaryna esaslanan analiziň permanganatometriýa usulyny tejribede öwrenmek.

Gerekli reaktiwler: fiksanallar, 0,1n $KMnO_4$, 0,1n $H_2C_2O_4$, 0,1n $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$, (Moruň duzy), 2n H_2SO_4, 0,1n $K_2Cr_2O_7$.

Gerekli enjamlar: býuretkalar, ölçeg kolbalary, pipetkalar, konus şekilli kolba.

Işiň ýerine ýetirilişi

Permanganatometriýa usulynda standart (titrlenen) ergin hökmünde $KMnO_4$ (0,05-0,1n) ergini ulanylýar. Onuň ekwiwalenti:

$$E_{ekw}^{KMnO_4} = \frac{M_M}{5} = \frac{158,04}{5} = 31,608.$$

Sebäbi okislenme-gaýtarma reaksiýanyň ion-elektron deňlemesi şu usulyň esasy bolup hyzmat edýär:

$$MnO_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O .$$

$KMnO_4$ maddasynyň işçi maddasynyň erginini gowşatmak usuly bilen taýýarlananda şu deňleme ulanylýar:

$$N_{KMnO_4}^{başky} \cdot V_{KMnO_4}^{başky} = N_{KMnO_4}^{gows.} \cdot V_{KMnO_4}^{gows.}$$

onda,

$KMnO_4$ maddasynyň başky ergininiň hasaplanan göwrümini $-V_{başky}$ ölçeg kolba ýa-da pipetka bilen ölçäp, 500 ml-lik kolba salyp, bellige çenli distillirlenen suw guýmaly. Sebäbi $KMnO_4$ maddasynyň bu ergini onuň has konsentrirlenen berk ergininden gowşatmak bilen taýýarlanylýar we ol indiki işde peýdalanylýar. $KMnO_4$ maddasynyň ergini bolan kolbany gara kagyz bilen örtmeli ýa-da garaňky ýerde saklamaly. $KMnO_4$ ergininiň N we T şawel kislotasy $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ ýa-da $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$ boýunça şu reaksiýa laýyklykda kesgitlenilýär:

$$5C_2O_4^{-2} + 2MnO_4^- + 16H^+ \rightarrow 10CO_2 + 2Mn^{2} + 8H_2O$$

$$\begin{array}{l|l} C_2O_4 - 2e \rightarrow 2CO_2 & 5 \\ MnO_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O & 2 \end{array}$$

Ol şu usullar bilen *ýerine ýetirilýär*:

Pipetkelemek usuly

Taýýarlanan kesgitlemeli ergini (V_k=200 ml) gowy çaýkap, garyp, ondan 4-5sany kolba V_{al}=15-20 ml-den guýup, şol kolbalara 2n H_2SO_4 erginini guýup, garyndyny 70-80°C-ä çenli gyzdyrmaly we gowşak gyzyl-melewşe reňk ýüze çykýança $KMnO_4$-üň ergini bilen titrlemeli.

Aýry çekim usuly

$KMnO_4$ mukdaryny şu aşakdaky formula boýunça hasaplap:

$$g = \frac{N_{KMnO_4} \cdot V_{KMnO_4} \cdot E_{kesgit.madda}}{1000}.$$

Şawel kislotadan $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$-dan ýa-da $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$-dan analitiki terezide 3-5 g çekim alyp, hersini aýratyn kolba salmaly we kolbalary belgilemeli. Soňra her kolba 20 ml distillirlenen suw we 15 ml 2n H_2SO_4 guýup, 70-80°C-ä çenli gyzdyrmaly hemde $KMnO_4$-üň ergini bilen titrlemeli. Titrlenende ilkinji damjalar haýal reňksizlenýärler, emma soňkular tiz reňksizlenýärler, sebäbi şonda emele gelýän Mn^{2+} awtokatalizator roluny oýnaýar. Titrlemäni solak gyzyl-melewşe reňk emele gelýänçä geçirmeli. N_{KMnO_4} her bir çekim üçin aýratyn hasaplamaly:

$$N_{KMnO_4}^{pr.\ akt.} = \frac{g_{kesgit.\ madda} \cdot 1000}{V_{KMnO_4}^{býuretka.\ boýunca} \cdot E_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O}}$$

$$T_{KMnO_4} = \frac{N_{KMnO_4}^{prakt} \cdot E_{KMnO_4}}{1000}$$

$$T_{KMnO_4/H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} = \frac{N_{KMnO_4}^{prakt} \cdot E_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O}}{1000}.$$

a) şawel kislotasyny we oksalaty kesgitlemek.

Şawel kislotasyny we onuň duzlaryny kesgitlemek, olaryň erginlerini turşy sreda-da kaliý permanganatynyň standart ergini boýunça titrlemäge esaslanandyr, ýagny

$$5C_2O_2^{-2}+2MnO_4^{-}+16H^{+}\rightarrow 10CO_2+2Mn^{2}+8H_2O.$$

Titrlemek üçin alikwota göwrümi kolba guýup, soňra ýokarda görkezilişi ýaly, titrlemeli.

$$g_{H_2C_2O_4\cdot 2H_2O}=\frac{N_{KMnO_4}\cdot V_{KMnO_4}\cdot E_{H_2C_2O_4\cdot 2H_2O}\cdot V_k}{1000\cdot V_{al}}$$

netijäni g_{teor} bilen deňeşdirip görmeli, soňra E_{absol}, $E_{otnos.}$ ýalňyşlyklary %-de hasaplanylýar.

b) demriň (II) birleşmelerini kesgitlemek.

Moruň duzundaky $(NH_4)_2SO_4\cdot FeSO_4\cdot 6H_2O$ demri (II) kesgitlemek. Adatça, onuň duzunyň erginini $KMnO_4$ standart ergini bilen turşy sreda-da kesgitleýärler. Şonda:

$$5Fe^{2+}+MnO_4^{-}+8H^{+}\rightarrow Fe^{3+}+Mn^{2}+4H_2O.$$

Kesgitlenende V_{al} alyp, kolba guýup, üstüne 15 ml 2n H_2SO_4 goşulýar. Şonda reaksiýa çalt we gyzdyrmazdan geçýär. Reaksiýanyň soňuny gyzyl-melewşe reňkiň $KMnO_4$ artyk bir damjada ýüze çykmasy boýunça kesgitlenilýär. Emele gelen reňk 1 minutyň dowamynda ýitmeli däldir. Hasabyny şu formula boýunça geçirmeli:

$$g_{Fe^{2+}}=\frac{N_{KMnO_4}\cdot V_{KMnO_4}\cdot E_{Fe^{2+}}\cdot V_k}{1000\cdot V_{al}}.$$

Eger-de Moruň duzunyň $g_{teoret.}$ berlen bolsa, onda Moruň duzy üçin g prakt. hem kesgitlenmelidir, soňra E_{absol}, $E_{otnosit}$, % -de hasaplanylýar.

ç) tersine, titrlemek usuly bilen azotly kislotany we nitritleri kesgitlemek.

Onuň üçin kesgitlenýän V_k=200 ml nitritiň ergininden V_{al}=10-15 ml almaly, soňra şu ergin salnan kolba artykmaçrak $KMnO_4$ ergini guýup, üstüne 5 ml 2n H_2SO_4 erginini guýmaly. Garyndyny 10-15 minut garaňky ýerde goýmaly. Soňra $KMnO_4$ reňki bilen reňklenen ergine artykmaç mukdarda ammoniniň oksalatynyň (ýa-da şawel kislotasynyň) erginini guýmaly hem-de garyndyny 70-80°C-ä çenli gyzdyrmaly, reňki öçen erginde galan

artykmaç oksalaty kaliý permanganaty bilen titrlemeli, ony solak gyzyl-mämişi reňk emele gelýänçä geçirip, 3-4 gezek gaýtalamaly. Ortalaşdyrylan $KMnO_4$ göwrümini tapyp, nitritiň mukdaryny şu formula boýunça kesgitleýäris:

$$g_{NaNO_3}=\frac{N_{KMnO_4}\cdot V_{KMnO_4}-(N_{H_2C_2O_4}\cdot V_{H_2C_2O_4}-N_{KMnO_4}\cdot V'_{NaNO_3})\cdot E_{NaNO_3}\cdot V_k}{1000\cdot V_{al}}$$

$g_{teoret}, E_{abs}, E_{otn}$, %-de kesgitlemeli.

d) bihromatlary kesgitlemek.

Permanganatometriki usulda olaryň Moruň duzy bilen $(NH_4)_2SO_4\cdot FeSO_4\cdot 6H_2O$ gaýtarylmagyna esaslanan bolup, soňra Moruň duzunyň artygyny permanganatyň standart ergini bilen titrlenmegine esaslanandyr:

$$Cr_2O_7^{-2}+Fe^{+2}+14H^+\rightarrow 2Cr^{-3}+6Fe^{+3}+7H_2O\ .$$

15-20 ml $K_2Cr_2O_7$ ergini pipetka bilen kolba guýup, soňra üstüne Moruň duzunyň artykmaç mukdaryny guýmaly. Şonda $K_2Cr_2O_7$ erginiň reňki üýtgäp ýaşyl reňke öwrülmeli. Garyndyny gyzyl-syýa reňkine çenli $KMnO_4$ bilen titrlemeli.

Hasaby:

$$g_{K_2Cr_2O_7}=\frac{(N_{Mor.\ duzy}\cdot V_{Mor.\ duzy}-N_{KMnO_4}\cdot V'_{KMnO_4})\cdot E_{K_2Cr_2O_7}\cdot V_k}{1000\cdot V_{al}}$$

E_{abs}, E_{otn}, %-de kesgitlemeli.

e) kalsiniň ionyny kesgitlemek.

Kationlar oksalat görnüşinde kesgitlenende, şol kationlaryň $C_2O_4^{-2}$ iony bilen täsirleşmesine esaslanan bolup, bellibir kationlar bilen birleşen oksalat ionlary titrlemäge esaslanandyr, meselem, Ca^{2+}

$$Ca^{2+}+C_2O_4^{2-}\rightarrow\downarrow CaC_2O_4$$

$$5C_2O_4^{2-}+2MnO_4^-+16H^+\rightarrow 10CO_2+2Mn^{2+}+8H_2O\ .$$

Şunda bitarap erginde $CaCl_2$ V_{al}-dan kalsiý ionyny $(NH_4)_2C_2O_4$ ýa-da $H_2C_2O_4$ täsir etdirilip çökdürilýärler. Çökündini

dykyz süzgüçde ilki ýuwmaly, soňra 2n H_2SO_4 bilen eretmeli, şonda çökündili süzgüji 20-50 ml 2n H_2SO_4 gyzdyrylan erginine çümdürmeli hem-de durumly gyzyl-melewşe reňk emele gelýänçä $KMnO_4$ ergini bilen titrlemeli (kesgitlemäni 3-4 gezek gaýtalamaly).

Hasaby:

$$g_{Ca^{2+}} = \frac{N_{KMnO_4} \cdot V_{KMnO_4} \cdot E_{Ca^{2+}} \cdot V_K}{1000 \cdot V_{al}}$$

g_{teoret}, E_{abs}, E_{otn}, %-de kesgitlemeli.

Soraglar

1. $KMnO_4$-üň okislenmesine sreda nähili täsir edýär?
2. $KMnO_4$-üň ekwiwalenti turşy sredada nämä deň?
3. Näme üçin $KMnO_4$ erginini ýagtylykdan gorap saklamaly?.

7-nji laboratoriýa işi

Iodometriýa usuly

Işiň maksady: iodometriýa usulyny tejribede öwrenmek. Standart we iş erginlerini taýýarlamak.

Gerekli reaktiwler: fiksanallar, 0,1n $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, 0,1n $K_2Cr_2O_7$, 0,1n I_2, 2n H_2SO_4, KI (kristal), krahmal (1%-li ergin).

Gerekli enjamlar: býuretkalar, pipetkalar, ölçeg kolbalary, konus şekilli kolba.

Iodometriýa- bu okislendirijiniň gaýtarylmagy üçin harçlanan ýa-da okislendiriji bilen kaliý iodidiniň ergininiň özara täsir edişmesi netijesinde bölünip çykan ýoduň mukdaryny kesgitlemek üçin niýetlenen usuldyr.

Belli bolşy ýaly, ýönekeý ýod özlerindäki elektrony aňsat berýän maddalardan (gaýtaryjylardan) elektrony alýar we okislendiriji häsiýeti ýüze çykarýar. Tersine, I^--iony özlerine elektrony birleşdirip bilýän maddalara (okislendirijilere) elektronyny aňsat berýär we gaýtaryjy häsiýeti ýüze çykarýar.

Element ýoduň I ionyna öwrülmegi we tersine bolan proses bilen baglanyşykly okislenme-gaýtarma reaksiýasyny şeýle gurluş görnüşinde ýazmak bolýar.

$$I_2 + 2e = 2I^-$$
$$2I^- - 2e = I_2 .$$

Şu prosesler iodometriýa usulynyň esasynda durýandyr. Sistemanyň normal redoks-potensiýaly

$$E^0_{I_2/2I^-} = +0,5345\ w .$$

Iş erginlerini taýýarlamak. Natriý tiosulfatynyň standart erginini taýýarlamak

Natriý tiosulfatynyň standart erginini alnan çekim boýunça eredip taýýarlamak mümkin däl. Sebäbi onuň kristallary howada üýtgeýär. Şonuň üçin ilki takmynan konsentrasiýaly normal ergini taýýarlanylýar. Soňra onuň normallygy haýsy hem bolsa bir okislendirijiniň takyk ergininiň kömegi bilen takyklanýar.

$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ gramm-ekwiwalenti onuň ýod bilen reaksiýasynyň esasynda kesgitlenilýär:

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 = 2NaI + Na_2S_4O_6$$

$$\begin{array}{l|l} 2S_2O_3^{2-} - 2e \rightleftarrows S_4O_6 & 2 \\ I_2 + 2e \rightleftarrows 2I^- & 1 \end{array}$$

$$E_{Na_2S_2O_3} \cdot 5H_2O = M.M. = 248,19.$$

Natriý tiosulfaty suw ergininde howada kislorodyň we kömür kislotasynyň täsiri netijesinde dargaýar:

$$2Na_2S_2O_3 + O_2 = 2Na_2SO_4 + 2S\downarrow$$
$$Na_2S_2O_3 + H_2CO_3 = NaHCO_3 + NaHSO_3 + S\downarrow.$$

Ergin taýýarlamak üçin alnan natriý tiosulfatynyň agramyny täze gaýnadylan we sowadylan distillirlenen suwda eretmeli. Ergininiň durnukly bolmagy üçin ergine 0,1g Na_2CO_3 goşmaly. Ergini gara reňkli çüýşe gapda saklamaly.

Goý gowsatmak usuly arkaly, 500 ml 0,01n $Na_2S_2O_3$ erginini 0,1n $Na_2S_2O_3$ erginden taýýarlamaly bolsun. Ilki bilen hasaplama geçirmeli:

$$N_1V_1 = N_2V_2$$
$$500 \cdot 0,01 = 0,1\ V_2$$
$$V_2 = \frac{500 \cdot 0,01}{0,1} = 50\ ml .$$

14*

Diýmek, 50 ml 0,1n $Na_2S_2O_3$ erginini pipetka ýa-da býuretka bilen ölçäp, 500 ml-lik ölçeg kolba ýerleşdirmeli, üstüne bellige çenli distillirlenen suw guýmaly. Şeýlelik bilen, tiosulfatyň ergini taýýar bolýar.

Bihromat kaliý bilen natriý tiosulfatynyň ergininiň konsentrasiýasyny kesgitlemek (oruntutýanyny titrlemek usuly)

Bu usulyň esasynda şu aşakdaky reaksiýalar durýar:

a) $K_2Cr_2O_7+6KI+7H_2SO_4 \rightarrow 4K_2SO_4+Cr_2(SO_4)_3+3I_2+7H_2O$;

b) $3I_2+6Na_2S_2O_3 \rightarrow 6NaI+3Na_2S_4O_6$.

Işiň geçirilişi

Uly ölçegli konus şekilli kolba silindr bilen 5-7 ml 20%-li KI erginini ýerleşdirmeli, soňra 10-15 ml 2n H_2SO_4 we iň soňundan pipetka bilen $K_2Cr_2O_7$ ergininiň alikwota göwrümini (20-25 ml) guýmaly. Reaksiýanyň netijesinde erkin ýod bölünip çykýar. Kolbany we ýapylan aýna bölegini gün şöhlesinden gorap, reaksiýanyň doly geçmegi üçin 5 minut goýmaly. Şondan soň, garyndynyň üstüne 200 ml distillirlenen suw goşmaly we garyşdyrmak arkaly usullyk bilen býuretkadan natriý tiosulfaty bilen titrlemeli. Ilki bilen indikatorsyz titrlemeli. Titrlemegi ergininiň reňki sary reňke geçýänçä dowam etmeli. Şundan soň ergine 5 ml krahmal goşmaly we titrlemäni 2-3 gezek gaýtalamaly we onuň ortaça göwrümini almaly.

Şu usulda barlanýan ergini titrlenmän, reaksiýanyň netijesinde bölünip çykan ýönekeý ýod titrlenýär. Bölünip çykan 1 *g*-ekw. ýod 1 gramm-ekw. $K_2Cr_2O_7$-ä deň bahalydyr. Bölünip çykan ýod titrlemekde harçlanan $Na_2S_2O_3$-e deň bahalydyr.Tiosulfatyň normallygy şu formula boýunça hasaplanylýar:

$$N_{Na_2S_2O_3}=\frac{N_{K_2Cr_2O_7}\cdot V_{K_2Cr_2O_7}}{V^{ort}_{Na_2S_2O_3}}\ .$$

Ýoduň standart erginini taýýarlamak we ony natriý tiosulfatynyň standart ergini bilen kesgitlemek

Gaýtaryjylary iodometriýa usulyň kömegi bilen kesgitlemek üçin ýoduň titrlenen standart erginini taýýarlamaly.

Ýönekeý ýoduň her 1 molekulasy 2 elektrony birleşdirýändigine görä onuň gramm-ekwiwalenti 1/2 gramm-molekulasynyň massasyna, ýagny 253:2=126,91 g-a deňdir. Meselem, 100 *ml* 0,05n ýoduň erginini taýýarlamak üçin 126,91:0,05:0,1=0,6346g ýod almaly. Tehniki terezide, takmynan 0,65 *g* ýody çekip almaly we ony göwrümi 100 ml bolan ölçeg kolbasyna salmaly. Üstüne 10 ml 25%-li kaliý ýodunyň erginini guýmaly we kolbany suw bilen belligine çenli doldurmaly. Ergini oňat garyşdyrmaly we onuň dogry konsentrasiýasyny belli konsentrasiýaly $Na_2S_2O_3$ ergini bilen titrlemeli.

Normallygy we titri kesgitlemek

Işiň geçirilişi

Konus şekilli kolba pipetka bilen 25 ml $Na_2S_2O_3$ erginini ölçäp almaly, üstüne 1-2 ml krahmal guýmaly we ony ýoduň standart ergini bilen titrlemeli. Titrlemäni gök reňk emele gelýänçä geçirmeli. Titrlemäni 3 gezek gaýtalamaly we ortaça göwrümi almaly.

$$N_{I_2} = \frac{N_{Na_2S_2O_3} \cdot V_{Na_2S_2O_3}}{V_{I_2}};$$

$$T_{I_2} = \frac{N_{I_2} \cdot E_{I_2}}{N_{teor}}; \qquad K_{duz} = \frac{N_{prakt}}{N_{teor}} \cdot$$

Barlag işi üçin hödürlenilýän mysallar

1) barlag erginde ýoduň mukdaryny kesgitlemek.

Işiň geçirilişi ýokardaky ioduň normallygyny tiosulfat ergini boýunça kesgitlemek ýaly. Hasaplamalary şu aşakdaky formula boýunça geçirmeli:

$$I_2^{pr} = \frac{N_{Na_2S_2O_3} \cdot V_{Na_2S_2O_3} \cdot K_{Na_2S_2O_3} \cdot E_{I_2} \cdot V_{kol}}{1000 \cdot V_{al}} \text{ gr},$$

$$E_{abs} = g_{pr} - g_{teor}$$

$$E_{otn} = \frac{g_{prakt} - g_{teor}}{g_{teor}} \cdot 100\ \% .$$

2) barlag erginde $K_2Cr_2O_7$ maddasynyň mukdaryny kesgitlemek.

Işiň geçirilişi ýokardaky ýaly (tiosulfatyň ergininiň normallygyny bihromatyň üsti bilen kesgitlemek).

$$g_{K_2Cr_2O_7} = \frac{N^{teor}_{Na_2S_2O_3} \cdot V_{Na_2S_2O_3} \cdot K_{K_2Cr_2O_7} \cdot V_K \cdot E_{K_2Cr_2O_7}}{1000 \cdot V_{al}}$$

$$E_{K_2Cr_2O_7} = \frac{M}{5} = 49$$

E_{abs} we E_{otn} % -de hasaplamaly .

3) barlag nusgada Cu ionynyň mukdaryny kesgitlemek.

Misiň iodometriki usuly bilen kesgitlemek mis duzlarynyň kaliý ýodidi bilen özara täsirleşmesine esaslanandyr.

a) $nKI + 2Cu^{2+} \rightarrow J_2 + 2CuI + (n-4)KI_{atr} + 4I^+$;

b) $(n-4)KI + I_2 \rightarrow KI_3 + (n-5)KI$.

Reaksiýanyň esasynda Cu^{2+} kationy Cu^+ çenli gaýtarylýar we erkin ýod ekwiwalent mukdarda bölünip çykýar. Bölünip çykan ýönekeý ýody krahmalyň gatnaşmagynda natriý tiosulfaty bilen titrlemeli.

Konus şekilli göwrümi 250 ml bolan kolba barlag nusgadan 15-20 ml geçirilýär. Soňra kolba, takmynan, 5 g gaty KI ýa-da 15 ml 20%-li KI ergini we 2 ml 2 n H_2SO_4 guýmaly (pH=3-4). Kolbany aýna bölejigi bilen ýapmaly (I_2 uçup gitmez ýaly). 10-15 minut geçenden soň, bölünip çykan ýoduň täsiri netijesinde bulanan ergini tiosulfat natriniň iş ergini bilen titrlemeli. Haçanda sary reňk emele gelende 3 ml krahmal erginini goşmaly, gök reňke öwrülen ergini titrlemegi, tä gök reňk öçýänçä dowam etdirmeli. Titrlemäni 2-3 gezek gaýtalamaly we titrantyň ortaça göwrümini almaly. Soňra analiz geçirilýän ergininiň normallygyny we titrini kesgitlemeli.

Titrleme geçirilende şeýle reaksiýa bolýar:

$$KI_3 + 2Na_2S_2O_3 \rightarrow KI + 2NaI + Na_2S_4O_6.$$

Misiň (II) mukdary şu formula boýunça hasaplanylýar:

$$g_{Cu^{2+}} = \frac{N^{teor}_{Na_2S_2O_3} \cdot K_{Na_2S_2O_3} \cdot V_{Na_2S_2O_3} \cdot E_{Cu^{2+}} \cdot V_K}{1000 \cdot V_{al}}.$$

Misiň (II) ekwiwalenti = 63,546 .

Titrlemäni üç gezek geçirmeli we $V_{Na_2S_2O_3}$ orta bahasyny almaly.

E_{abs} we E_{otn} %-de hasaplamaly.

4) sulfit ionlaryň mukdaryny barlag nusgada kesgitlemek.

Barlag erginiň alikwota göwrümini (20-25 ml) konus şekilli kolba geçirmeli we üstüne býuretka ýa-da pipetka bilen (40-50 ml) ýoduň titrlenen erginini guýmaly. Kolbany aýna bölejigi bilen ýapmaly we garaňky ýerde 10-15 minut goýmaly. Şol wagt reaksiýa geçýär. Ýoduň artygyny natriýtiosulfatynyň ergini bilen titrlemeli. Titrlemäni 3 gezek gaýtalamaly we göwrümiň orta bahasyny almaly.

$$I_2 + 2S_2O_3^{-2} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{-2}.$$

Sulfit ionlaryň mukdaryny şu aşakdaky formula boýunça hasaplamaly:

$$g_{SO_3^{+2}} = \frac{(N^{teoret}_{I_2} \cdot V_{I_2} \cdot K_{I_2} - N^{teoret}_{Na_2S_2O_3} \cdot V_{Na_2S_2O_3} \cdot K_{Na_2S_2O_3}) E^{2-}_{SO_3^{+2}} \cdot V_k \cdot N_{Na_2S_2O_3}}{1000 \cdot V_{al}}.$$

$$E_{SO_3^{-2}} = 40$$

Soraglar

1. Iodometriýa usulynyň düýp manysy näme?
2. Iodometriýada haýsy şertleri berjaý etmeli?
3. Barlag tejribesinde erkin ýoduň I_2 (gram) mukdaryny nädip hasaplamaly?

8-nji laboratoriýa işi
Kompleksonometriýa usuly

Işiň maksady: kompleksonometriýa (trilonometriýa) usuly arkaly erginlerde Ca^{2+} we Mg^{2+} ionlarynyň konsentrasiýasyny kesgitlemek.

Gerekli reaktiwler: Trilon B, $MgSO_4$ maddalarynyň fiksanallary, NH_4Cl+NH_4OH bufer garyndysy, hromgaragök, mureksid indikatorlary, NaOH.

Gerekli enjamlar: ölçeg kolbalary, pipetkalar, býuretkalar.

Işiň ýerine ýetirilişi

Trilon ″B″ ergininiň normallygyny kesgitlemek

(0,5 n $MgSO_4$ ergininiň üsti bilen)

Konus şekilli kolba titrlemek üçin 10 ml $MgSO_4$ ergini ýerleşdirilýär we 100 ml-e çenli distillirlenen suw bilen gowşadylýar, üstüne 5 ml bufer erginini, 5-7 damja indikator guýmaly we titrlemäni ekwiwalent nokatda ergininiň reňki üýtgeýänçä geçirmeli (kolbany hemişe çaýkap durmaly). Eger-de titrlemäni hromgoýygök indikatory bilen geçirilse, ergininiň reňki göksyýa öwüşgin bilen boýalmaly; hromogen gara indikator bilen bolsa goýygök ýaşylymtyl öwüşgin bilen boýalmaly.

Titrlemäni 4-6 gezek geçirip, hasaplama geçirmeli:

$$K_{duz}=\frac{N_{pr.nusg}}{N_{teor.nusga}}=\frac{T_{pr}}{T_{teor}};\ N_{MgSO_4}\cdot V_{MgSO_4}=N_{trB}\cdot V_{trB};$$

$$N_{tr.B}=\frac{N_{MgSO_4}\cdot V_{MgSO_4}}{V_{trB}};$$

ýa-da hakyky $N_{trilon\ B}=N_{trilon\ B}\cdot K_{düz}$.

Suwuň analizini geçirmek

Mis, sink, marganes we karbonat hem gidrokarbonat ionlaryny saklaýan duzlar (köp mukdarda) umumy talhlygy kesgitlemäge päsgel berýär. Olaryň päsgel berýän täsirini analiz geçirilende aýyrmaly. Ilki bilen suwy süzmeli.

Soňra konus şekilli kolba suwuň alikwota göwrümini guýmaly, üstüne 5 ml bufer erginini goşmaly, 5-7 damja indikator (ýa-da 0,1 g gury indikatoryň NaCl duzy bilen garyndysyny) goşmaly we çalt titrläp başlamaly. Titrlemäni trilon B ergini bilen gowy garyşdyryp geçirmeli.

Ekwiwalent nokadyna ýetende erginiň reňki gök ýaşylymtyl öwüşgine geçýär (hromogen-gara indikatorynda).

Eger-de suwuň reňki gowy üýtgemese, diýmek, sinkiň täsiri bar. Şonda päsgel berýän maddalary aýyrmak üçin barlanýan suwuň üstüne 1-2 ml Na_2S erginden goşmaly we barlagy ýokardaky ýaly geçirmeli.

Eger-de suwuň alikwota göwrümine bufer ergini we indikator goşulanda, erginiň reňki az-azdan öçse (kül reňk emele gelse), onda erginde marganes bardygy belli bolýar. Onuň täsirini aýyrmak üçin 5 damja turşy duzly digidroksilamin goşmaly we barlagy ýokardaky ýaly geçirmeli.

Suwuň umumy talhlygyny (X) mg-ekw/ℓ mukdarda şu formula boýunça hasaplamaly.

$$x = \frac{V_{trilonB} \cdot N_{trB} \cdot K \cdot 1000}{V_{al.H_2O}}.$$

Bu ýerde $V_{trilon\ B}$ - trilon B erginiň göwrümi, (ml $_{orta\ bahasy}$), K-analitiki köpeldiji, $V_{al.H_2O}$-barlanylýan suwuň göwrümi (ml).

Kalsiý ionynyň agram konsentrasiýasyny kesgitlemek

(kompleksonometriýa usuly)

Indikator: mureksid.

Titrlenende ekwiwalent nokadynda gyzyl reňk gök melewşe reňke geçýär.

$$Ca^{2+} + H_2Y \rightarrow CaY + 2H^+ .$$

Titrlenýän kolba barlanylýan suwuň alikwota göwrümine (10-25 *ml*) guýulýar, üstüne 2 esse köp distillirlenen suw goşmaly, 2 ml 20%-li NaOH ergini hem 2-3 damja indikator damdyrmaly we trilon B ergini bilen titrläp başlamaly.

Kalsiniň mukdaryny şu formula boýunça hasaplamaly:

$$g_{Ca^{2+}} = \frac{N_{trilonB} \cdot V_{trilonB} \cdot Э_{Ca^{++}} \cdot 1000}{V_{al}} \text{ mg},$$

Bu ýerde $N_{trilon\ B}$-komplekson III normallygy, $Э_{Ca^{2+}}$- Ca ekwiwalenti, $V_{trilon\ B}$- komplekson III titrlenende harçlanan göwrümi (ml), V_{al}-barlanylýan suwuň göwrümi (ml).

Magniý ionlaryň mukdaryny şu formula boýunça hasaplamaly:

$$g_{Mg^{2+}} = \frac{N_{trilonB}(V_1 - V_2) \cdot Э_{Mg^{2+}} \cdot 1000}{V_{al}} \quad mg/\ell .$$

Bu ýerde $N_{trilon\ B}$- komplekson III erginiň normallygy, V_1- trilon B (Ca^{2+}+Mg^{2+}) – umumy talhlygy kesgitlenende, harçlanan komplekson III erginiň göwrümi ml (indikator hromogen gara), V_2- trilon B (bilen Ca^{2+}) kalsiý ion kesgitlenende, harçlanan komplekson III erginiň göwrümi, ml (indikator mureksid), V_{al}- barlanylýan suwuň göwrümi (ml).

Soraglar

1. Kompleksonlar näme?
2. Komplekson III bilen umumy talhlygy kesgitlemek nämä esaslanan?
3. pH-yň haýsy bahasynda umumy talhlyk kesgitlenýär.?

9-njy laboratoriýa işi

Hlor-ionynyň konsentrasiýasyny kesgitlemegiň argentometriki usuly

Işiň maksady: erginlerde Cl^- - ionynyň konsentrasiýasyny argentometriki usul bilen kesgitlemegiň usulyny öwrenmek.

Gerekli reaktiwler: $AgNO_3$, K_2CrO_4, NaCl, H_2O .

Gerekli enjamlar: ölçeg kolbalary, býuretkalar.

Bu usul hlor - ionyň Ag^+ bilen reaksiýasyna esaslanandyr:

$$Ag^+ + Cl^- \rightarrow\downarrow AgCl$$

Indikator hökmünde K_2CrO_4 ulanylýar.

Titrlemäni pH=5,0 – 8,0 aralykda geçirmeli.

Işiň ýerine ýetirilişi

Barlanylýan suwuň alikwota göwrümini (V_{al}=10-25 *ml*) konus şekilli kolba geçirmeli, üstüne 2-3 damja 10%-li K_2CrO_4

guýmaly we 0,05 n (ýa-da 0,025 n) $AgNO_3$ ergini bilen titrlemeli. Titrlemäni gowy garyşdyryp, gyzyl reňk emele gelýänçä geçirmeli.

$$G_{Cl^-} = \frac{V_{AgNO_3} \cdot N_{AgNO_3} \cdot Э_{Cl^-} \cdot 1000}{V_{al}} \text{ mg/}\ell .$$

Bu ýerde V_{AgNO_3}-titrlenende $AgNO_3$ harçlanan göwrümi (ml), N_{AgNO_3}-$AgNO_3$ ergininiň normallygy, $Э_{Cl^-}$ -35,5 hlorionyň ekwiwalenti , V_{al}- barlanylýan suwuň alikwota göwrümi (ml).

Titrlemäni 3 gezek parallel gaýtalamaly we $AgNO_3$ ergininiň orta göwrümini almaly.

Bellik: Analizden öň taýýarlanan 0,025 *n* $AgNO_3$ işçi ergininiň normallygyny 0,025 *n* NaCl ergininiň üsti bilen takyk anyklamaly. 0,025 *n* NaCl erginini bolsa 0,1*n* NaCl fiksanaldan taýýarlamaly. $AgNO_3$ ergininiň normallygyny aşakdaky formula boýunça kesgitlemeli:

$$N_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} = N_{NaCl} \cdot V_{NaCl}$$

$$N_{AgNO_3} = \frac{N_{NaCl} \cdot V_{NaCl}}{V_{AgNO_3}} .$$

Soraglar

1. Argentometriki usul haýsy reaksiýa esaslanan?
2. Näme üçin indikator hökmünde 10%-li K_2CrO_4 ulanylýar?
3. Taýýarlanan $AgNO_3$ ergininiň normallygyny nädip kesgitlemeli?

10-njy laboratoriýa işi

Gury galyndyny kesgitlemek usuly

Işiň maksady: suw erginleriniň analizinde olaryň gury galyndysyny bugartmak arkaly kesgitlemek.

Gerekli reaktiwler: süzülen analiz edilýän suw.

Gerekli enjamlar: farfor okarajyklary, süzgüçler, terezi, ölçeg kolbalary, guradyjy şkaf.

Işiň ýerine ýetirilişi

a) soda goşulmaýan usuly

Fosfor jamjagazyny durumly agramyna çenli ýetirýärler. Soňra oňa 250-500 *ml* süzülen suwy guýup bugardyp gyzdyr-

maly. Bugartmany distillirlenen suw bilen suw hammamynda geçirmeli. Gury galyndyny jamjagaz bilen guradyjy şkafa (t=110°C) geçirip, hemişelik agramyna çenli guratmaly.

$$G_{gury.galyndy} = \frac{(m - m_1) \cdot 1000}{V_{al}} \ mg/\ell .$$

Bu ýerde m-gury galyndyly jamjagazyň agramy (mg), m_1- boş farfor jamjagazyň agramy (mg), V_{al}- barlanylýan suwuň göwrümi (ml).

Bellik: Bu usulyň ýetmezçiligi:kalsiý we magniý hloridleriň çig çekijiligi we gidrolizi sebäpli kesgitlenende tapylan bahalar köp çykýar. Şonuň üçin soda goşulýan usul ulanylýar.

b) soda (Na_2CO_3) goşulýan usuly

Farfor jamjagazyna kesgitlenýän gury galyndynyň mukdaryna üç esse köp suwsuz soda ýerleşdirýärler we ýanyna aýna pestik goýup, guradyjy şkafda 160°C-da hemişelik agram bolýan-ça guradýarlar.

Agramy çekilen sodaly jamjagaza seresaplyk bilen birnäçe ml distillirlenen suw goşýarlar we sodany ölleýärler. Soňra oňa analiz edilýän erginiň takyk agramyny ýa-da 25 ml-den köp bolmadyk aliwota göwrümi guýulýar. Emele gelen erginiň soda bilen garyndysyny pestik bilen garyşdyrýarlar.

Jamjagazy suw hammamyna ýerleşdirýärler we gury bolýança guradýarlar. Gury galyndyny seresaplyk bilen pestik bilen owradýarlar we soňra guradyjy şkafda 160-180°C-da hemişelik (üýtgemeýän) agrama çenli guradýarlar.

Gury galyndyny şu formula bilen kesgitleýärler:

$$G_{gury.galyndy} = \frac{(m - n) \cdot 1000}{V_{al}}, \ g/\ell .$$

Bu ýerde m-jamjagazyň guradylan galyndy bilen agramy (*g*), *n*-jamjagazyň soda (Na_2CO_3) bilen agramy (g), V_{al}-erginden alnan alikwotanyň göwrümi (ml).

Bellik: Gury galyndynyň gigroskopik (çyg çekijilik) häsiýeti bolany üçin ony saklaýan jamjagazy eksikatorda sowatmaly we mümkin boldugyça çalt terezide çekmeli.

Soraglar

1. Gury garyndyny haýsy temperaturada guradýarlar?
2. Hemişelik massa çenli çekmek diýmek, näme diýmek?
3. Näme üçin soda goşulmaýan usulda kesgitlenen duzlaryň jemi ýokary baha eýe bolýar?

11-nji laboratoriýa işi

Sulfat-ionyny (SO_4^{2-}) kesgitlemek

Işiň maksady: erginlerde SO_4^{2-} -ionynyň konsentrasiýasyny agram usuly arkaly $BaSO_4$ çökündisi görnüşinde kesgitlemek.

Gerekli reaktiwler: HCl (1:1),$BaCl_2$, metilmämişi indikatory.

Gerekli enjamlar: oda çydaýan stakanlar, ölçeg kolbalary, külsüz süzgüç, mufel peji, farfor tigelleri, terezi, guradyjy şkaf, elektrik plitkasy.

Işiň ýerine ýetirilişi

Agram usuly

(kesgitlemäniň takyklygy 2 mg/ℓ SO_4^{2-})

Sulfat ionyň mukdaryna görä 100-500 ml suw almaly, şonda SO_4^{2-} ionyň konsentrasiýasy 25-30 mg /100 ml-den köp bolmaly däl. Eger-de gerek bolsa, suwy gowşadýarlar.

Barlanylýan suwy ilki bilen süzmeli, soňra himiki stakana alikwota göwrümini (V_{al}) geçirmeli, üstüne 2-3 damja metilmämişi guýmaly we duz kislotasyny HCl (1:1) tä açyk gyzyl reňk emele gelýänçä goşmaly. Bu garyndyny gaýnaýança gyzdyrmaly we göwrümi 50 ml bolýança bugartmaly. Gaýnap duran erginiň üstüne 10 ml 5%-li $BaCl_2$ erginini goşup garyndyny aýna taýajygy bilen dynuwsyz garyşdyrmaly. Emele gelen çökündini 1-2 sagat gyzgyn suw hammamynda goýmaly. Ilki bilen sulfat ionlary doly barlanylýar. Onuň üçin stakana 1-2 damja 5 %-li $BaCl_2$ ergininden goşmaly we seretmeli. Eger-de bulanyk emele gelmese, onda SO_4^{2-} ionlarynyň doly çökendigini görkezýär. Çökündili stakany (aýna bölejigi bilen agzyny ýapmaly), ertesi güne çenli goýmaly. Ertesi ergini gök lentaly külsüz süzgüç kagyzyny ulanyp süzmeli.

Çökündi bilen süzgüji guradylyp çekilen tigele salmaly, elektrik plitkada guratmaly. Soňra ýokary temperaturaly mufel

peçde (800°C-ä çenli) gyzdyrmaly. Tigeli mufel peçden çykaryp, eksikatorda sowadyp, agramyny analitiki terezide çekmeli. Şu işi hemişelik agramyna çenli dowam etmeli.

Sulfat ionynyň mukdaryny şu formula boýunça hasaplamaly:

$$g_{SO_4^{2-}} = \frac{(a - b) \cdot 0{,}4115 \cdot 1000}{V_{al}} \ mg/\ell .$$

Bu ýerde *a*-tigliň çökündi bilen agramy (mg), b-boş tigliň agramy (mg), 0,4115- $BaSO_4$- den SO_4^{-2}- geçiş koeffisiýenti, V_{al}-analiza alnan suwuň alikwota göwrümi ml.

Soraglar

1. Näme üçin SO_4^{2-}-ionyny turşy sredada çökdürýärler?
2. Haýsy temperaturada $BaSO_4$ çöküdisini gyzdyrýarlar?
3. SO_4^{2-} ionynyň doly çökendigini nädip barlamaly?

IV bap
GOŞUNDYLAR (MAGLUMATNAMALAR)

1-nji tablisa

Halkara SI sistemasyndaky käbir birlikler

Ululyk	Birlik	
	Ady	Bellenilişi
Esasy birlikler		
Uzynlyk	Metr	m
Massa	Kilogram	kg
Wagt	Sekunt	s
Elektrik togunyň güýji	Amper	A
Temperatura	Kelwin	K
Maddanyň mukdary	Mol	mol
Önüm birlikleri		
Göwrüm	Kub-metr	m^3
Dykyzlyk	Kilogram, kub-metr	kg/m^3
Güýç, agram	Nýuton	N
Basyş	Paskal	Pa
Energiýa, iş ýylylyk mukdary	Joul	J
Kuwwat	Watt	Wt
Elektrik mukdary	Kulon	Kl
Elektrik naprýaženiýe	Wolt	W

2-nji tablisa

Beýleki birlikleriň SI sistemasynyň birlikleri bilen arabaglanyşygy

Ululyk	Birlik	SI sistemasynda
Uzynlyk	Mikron ýa-da mikrometr (mkm)	$1 \cdot 10^{-6}$ m
	Angstrem (A)	$1 \cdot 10^{-10}$ m
Basyş	Fiziki atmosfera (atm)	$1{,}01325 \cdot 10^{5}$ Pa
	Millimetr simap sütüni (mm.sp.st)	133,322 Pa
Energiýa	Elektronwolt (eW)	$1{,}60219 \cdot 10^{-19}$ J
	Kaloriýa (kal)	4,1868 J
	Kilokaloriýa (kkal)	4186,8 J
Dipol moment	Debaý (D)	$3{,}33 \cdot 10^{-30}$ Kl·m

3-nji tablisa

Käbir fundamental fiziki hemişelikler

Hemişelik	Belgisi	San bahasy
Ýagtylyk tizligi	c	$2{,}9979246 \cdot 10^{8}$ m/s
Plankyň hemişeligi	h	$6{,}62618 \cdot 10^{-34}$ J·s
Hemişelik elektrik zarýady	e	$1{,}602189 \cdot 10^{-19}$ Kl
Awogadronyň hemişeligi	N	$6{,}022045 \cdot 10^{23}$ mol^{-1}
Faradeýiň hemişeligi	F	$9{,}64846 \cdot 10^{4}$ Kl/mol
Gaz hemişeligi	R	8,3144 J/(mol·K)

4-nji tablisa

Möhüm kislotalaryň we duzlaryň atlary

Kislota	Atlary	
	Kislotanyň	Duzuň
1	2	3
$HAlO_2$	Metaalýumin	Metaalýuminat

1	2	3
$HAsO_3$	Metamyşýak	Metaarsenat
H_3AsO_4	Ortomyşýak	Ortoarsenat
$HAsO_2$	Metamyşýakly	Metaarsenit
H_3AsO_3	Ortomyşýakly	Ortoarsenit
HBO_2	Metabor	Metaborat
H_3BO_3	Ortobor	Ortoborat
$H_2B_4O_7$	Dörtbor	Tetraborat
HBr	Bromowodorod	Bromid
HOBr	Bromlyrak	Gipobromit
$HBrO_3$	Bromly	Bromat
HCOOH	Garynja	Formiat
CH_3COOH	Uksus	Asetat
HCN	Sianowodorod	Sianid
H_2CO_3	Kömür	Karbonat
$H_2C_2O_4$	Şawel	Oksalat
HCl	Hlorowodorod	Hlorid
HOCl	Hlorlyrak	Gipohlorit
$HClO_2$	Hlorymtyl	Hlorit
$HClO_3$	Hlorly	Hlorat
$HClO_4$	Hlor	Perhlorat
HCr_2O_7	Metahrom	Metahromit
H_2CrO_4	Hrom	Hromat
$H_2Cr_2O_7$	Ikili hrom	Dihromat
HI	Iodowodorod	Iodidi
HOI	Iodlyrak	Gipoiodit
HIO_3	Iodly	Iodat
HIO_4	Iod	Periodat
H_2MnO_4	Marganesliräk	Manganat

1	2	3
H_2MoO_4	Molibdenli	Molibdat
H_3N	Azotwodorod (azot-wodorodly kislota)	Azid
HNO_2	Azotly	Nitrit
HNO_3	Azot	Nitrat
HPO_3	Metafosfor	Metafosfat
H_3PO_4	Ortofosfor	Ortofosfat
$H_4P_2O_7$	Ikifosfor (Pirofosfor)	Ikifosfat (Pirofosfat)
H_3PO_3	Fosforly	Fosfit
H_3PO_2	Fosforlyrak	Gipofosfat
H_2S	Kükürtliwodorod	Sulfid
HSCN	Rodanwodorod	Rodanit
H_2SO_3	Kükürtli	Sulfit
H_2SO_4	Kükürt	Sulfat
$H_2S_2O_3$	Tiokükürt	Tiosulfat
$H_3S_2O_7$	Iki kükürt (Pirokükürt)	Ikisulfat (Pirosulfat)
$H_2S_2O_8$	Peroksoikikükürt (kükürtüsti)	Peroksoikisulfat (Persulfat)
H_2Se	Selenwodorod	Selenid
H_2SeO_3	Selenli	Selenit
H_2SiO_3	Kremniý	Silikat
HVO_3	Wanadili	Wanadat
H_2WO_4	Wolframly	Wolframat

298 K (25°C) temperaturada käbir maddalaryň standart emele gelmek entalpiýalary $\Delta H°_{298}$, entropiýalary $\Delta S°_{298}$ we emele gelmeleriň Gibbs energiýalary $\Delta G°_{298}$

Madda	$\Delta H°_{298}$ kJ/mol	$\Delta S°_{298}$ J/(mol K)	$\Delta G°_{298}$ kJ/mol
1	2	3	4
Al_2O_3	-1676,0	50,9	-1582,0
C (grafit)	0	5,7	0
$CCl_4(s)$	-135,4	214,4	-64,6
$CH_4(g)$	-74,9	186,2	-50,8
$C_2H_2(g)$	226,8	200,8	209,2
$C_2H_3(g)$	52,3	219,4	68,1
$C_6H_6(g)$	89,7	229,5	32,9
$C_6H_6(s)$	89,9	269,2	129,7
C_2H_5OH	-277,6	160,7	-174,8
$C_6H_{12n}O_6$ (glýukoza)	-1273,0	-	-919,5
$CO(g)$	-110,5	197,5	-137,1
$CO_2(g)$	-393,5	213,7	-394,4
$CaCO_3(k)$	-1207,0	88,7	-1127,7
$CaF_2(k)$	-1214,6	68,9	-1161,9
$Ca_3N_2(k)$	-431,8	105	-368,6
$CaO(k)$	-635,5	39,7	-604,2
$Ca(OH)_2(k)$	-986,6	76,1	-896,8
$Cl_2(g)$	0	222,9	0
$Cl_2O(g)$	76,6	266,2	94,2
$ClO_2(g)$	105,0	257,0	122,3
$Cl_2O_7(s)$	251,0	-	-
Cl_2O_3	-1440,6	81,2	-1050,0
$CuO(k)$	-162,0	42,6	-129,9

1	2	3	4
FeO(k)	-294,8	60,8	-244,3
Fe_2O_3(k)	-822,2	87,4	-740,3
Fe_3O_4(k)	-1117,1	146,2	-1014,2
H_2(g)	0	130,5	0
HBr(g)	-36,3	198,6	-53,3
HCN(g)	135,0	113,1	125,5
HCl(g)	-92,3	186,8	-95,2
HF(g)	-270,7	178,7	-272,8
HI(g)	-26,6	206,5	-1,8
HN_3(s)	-294,0	328,0	238,8
H_2O(g)	-241,8	188,7	-228,6
H_2S(g)	-21,0	205,7	-33,8
KCl(k)	-435,9	82,6	-408,0
$KClO_3$(k)	-391,2	143,0	-289,9
Mg_3N_2(k)	-461,1	87,9	-400,9
MgO(k)	-601,8	26,9	-569,6
N_2(g)	0	191,5	0
NH_3(g)	-46,2	192,6	-16,7
NH_4NO_2(k)	-256	-	-
NH_4NO_3(k)	-365,4	151	-183,8
N_2O(g)	82,0	219,9	104,1
NO(g)	90,3	210,6	86,6
NO_3(g)	83,3	307,0	140,5
NO_2(g)	33,5	240,2	51,5
N_2O_4(g)	9,6	303,8	98,4
N_2O_5(k)	-42,7	178	114,1
NiO(k)	-239,7	38,0	-211,6
O_2(g)	0	205,0	0

5-nji tablisanyň dowamy

1	2	3	4
$OF_2(g)$	25,1	247,0	42,5
$P_2O_3(k)$	-820	173,5	-
$P_2O_5(k)$	-1492	114,5	-1348,8
$PbO(k)$	-219,3	66,1	-189,1
$PbO_2(k)$	-296,9	248,1	-300,2
$SO_2(g)$	-395,8	256,7	-371,2
$SO_3(g)$	-687,8	239,7	-
$SiCl_4(s)$	34,7	204,6	57,2
$SiH_4(g)$	-910,9	41,8	-856,7
SiO_2(kwars)	-286,0	56,5	-256,9
$SnO(k)$	-580,8	52,3	-519,3
$SnO_2(k)$	0	30,6	0
$Ti(k)$	-804,2	252,4	-737,4
$TiCl_4(s)$	-943,9	50,3	-888,6
$TiO_4(k)$	-842,7	75,9	-763,9
$WO_3(k)$	-350,6	43,6	-320,7
$ZnO(k)$			

6-njy tablisa

25°C-da suw erginlerinde käbir gowşak elektrolitleriň dissosiasiýa konstantalary

Elektrolit	**K**	**pK= =-lgK**
1	2	3
Azidwodorod HN_3	$2,6\cdot10^{-5}$	4,59
Azotly kislota HNO_2	$4\cdot10^{-4}$	3,40
Ammoniý gidroksidi NH_4OH	$1,8\cdot10^{-5}$	4,75
Bor kislotasy (orto) $H_3BO_3K_1$	$5,8\cdot10^{-10}$	9,24
Bromlyrak kislota HOBr	$2,1\cdot10^{-9}$	8,68
Wodorodyň peroksidi $H_2O_2K_1$	$2,6\cdot10^{-12}$	11,58

1	2	3
Kremniý kislotasy $H_2SiO_3K_1$	$2{,}2\cdot10^{-10}$	9,66
K_2	$0{,}6\cdot10^{-12}$	11,80
Garynja kislotasy HCOOH	$1{,}8\cdot10^{-4}$	3,74
Selenli kislota $H_2SeO_3K_1$	$3{,}5\cdot10^{-3}$	2,46
K_2	$5\cdot10^{-8}$	7,3
Selenliwodorod H_2SeK_1	$1{,}7\cdot10^{-4}$	3,77
K_2	$1\cdot10^{-11}$	11,0
Kükürt kislotasy $H_2SO_4K_1$	$1{,}2\cdot10^{-2}$	1,92
Kükürtli kislota $H_2SO_3K_1$	$1{,}6\cdot10^{-2}$	1,80
K_2	$6{,}3\cdot10^{-8}$	7,21
Kükürtli wodorod H_2SK_1	$6\cdot10^{-8}$	7,22
K_2	$1\cdot10^{-14}$	14,0
Tellurly kislota $H_2TeO_3K_1$	$3\cdot10^{-3}$	2,5
K_2	$2\cdot10^{-8}$	7,7
Tellurly wodorod H_2TeK_1	$1\cdot10^{-3}$	3,0
K_2	$1\cdot10^{-11}$	11,0
Kömür kislotasy $H_2CO_3K_1$	$4{,}5\cdot10^{-7}$	6,35
K_2	$4{,}7\cdot10^{-11}$	10,33
Uksus kislotasy CH_3COOH	$1{,}8\cdot10^{-5}$	4,75
Hlorlyrak kislota HOCl	$5{,}0\cdot10^{-8}$	7,30
Hlorly uksus kislotasy $CH_2ClCOOH$	$1{,}4\cdot10^{-3}$	2,85
Fosfor kislotasy (orto) H_3PO_4		
K_1	$7{,}5\cdot10^{-3}$	2,12
K_2	$6{,}3\cdot10^{-8}$	7,20
K_3	$1{,}3\cdot10^{-12}$	11,89
Ftorlywodorod HF	$6{,}6\cdot10^{-4}$	3,18
Sianlywodorod HCN	$7{,}9\cdot10^{-10}$	9,10
Şawel kislotasy $H_2C_2O_4K_1$	$5{,}4\cdot10^{-2}$	1,27
K_2	$5{,}4\cdot10^{-5}$	4,27

7-nji tablisa

Erginiň dürli ion güýjünde ionlaryň işjeňlik koeffisiýenti f

Erginiň ion güýji I	Ionyň zarýady z		
	±1	±2	±3
0,001	0,98	0,79	0,73
0,002	0,97	0,74	0,66
0,005	0,95	0,66	0,55
0,01	0,92	0,60	0,47
0,02	0,90	0,53	0,37
0,05	0,84	0,50	0,21
0,1	0,81	0,44	0,16
0,2	0,80	0,41	0,14
0,3	0,81	0,42	0,14
0,4	0,82	0,45	0,17
0,5	0,84	0,50	0,21

8-nji tablisa

Käbir gowşak ereýän maddalaryň ereýjiligi we ereýjiliginiň köpeltmek hasyly EKH (ähli ýerde, başga temperatura görkezilmedik bolsa t=25°C)

Maddanyň ady we formulasy	Ionlaryň konsentrasiýalarynyň köpeltmek hasyly	San ululyklary		pEKH= lgEKH
		EKH	Ereýjilik, mol/ℓ	
1	2	3	4	5
Hloridler				
AgCl	$[Ag^+][Cl^-]$	$1,56\cdot10^{-10}$	$1,2\cdot10^{-5}$	9,81
Hg_2Cl_2	$[Hg^{2++}][Cl^-]^2$	$1,1\cdot10^{-18}$	$6,5\cdot10^{-7}$	17,96
$PbCl_2$	$[Pb^{++}][Cl^-]^2$	$2,4\cdot10^{-4}$	$3,9\cdot10^{-2}$	3,62
Bromidler				
AgBr	$[Ag^+][Br^-]$	$7,7\cdot10^{-13}$	$8,8\cdot10^{-7}$	12,11
Hg_2Br_2	$[Hg^{2++}][Br^-]^2$	$5,2\cdot10^{-23}$	$2,8\cdot10^{-8}$	22,34
$PbBr_2$	$[Pb^{++}][Br^-]^2$	$7,4\cdot10^{-5}$	$2,6\cdot10^{-2}$	4,13

1	2	3	4	5
Iodidler				
AgI	$[Ag^{+}][I^{-}]$	$1,5\cdot10^{-16}$	$1,2\cdot10^{-8}$	15,82
Hg_2I_2	$[Hg^{2++}][I^{-}]^2$	$4,5\cdot10^{-29}$	$2,2\cdot10^{-10}$	28,35
PbI_2	$[Pb^{++}][I^{-}]^2$	$8,7\cdot10^{-9}$	$1,3\cdot10^{-3}$	8,06
Iodatlar				
$AgIO_3$	$[Ag^{+}][IO_3^{-}]$	$0,92\cdot10^{-8}$	$9,6\cdot10^{-5}$	8,04
$Ba(IO_3)_2\cdot2H_2O$	$[Ba^{++}][IO_3^{-}]^2$	$1,25\cdot10^{-9}$	$6,8\cdot10^{-4}$	8,90
$Pb(IO_3)_2$	$[Pb^{++}][IO_3^{-}]^2$	$3,1\cdot10^{-13}$	$4,3\cdot10^{-5}$	12,51
$La(IO_3)_2$	$[La^{3+}][IO_3^{-}]^2$	$5,9\cdot10^{-10}$	$2,1\cdot10^{-3}$	9,23
Sulfidler				
Ag_2S	$[Ag^{++}][S^{--}]$	$1,6\cdot10^{-49}$	$3,4\cdot10^{-17}$	48,8
Bi_2S_3	$[Bi^{3+}][IO^{--}]^3$	$1,6\cdot10^{-72}$	$1,7\cdot10^{-15}$ (18°)	71,8
Cds	$[Cd^{++}][S^{--}]$	$3,6\cdot10^{-29}$	$6\cdot10^{-15}$ (18°)	28,44
CoSα	$[Co^{++}][S^{--}]$	$3,1\cdot10^{-23}$	$5,5\cdot10^{-12}$	22,51
CoSγ	$[Co^{++}][S^{--}]$	$3,0\cdot10^{-26}$	$1,7\cdot10^{-13}$	25,52
CuS	$[Cu^{++}]^2[S^{--}]$	$3,2\cdot10^{-38}$	$1,8\cdot10^{-19}$	37,49
Cu_2S	$[Cu^{+}]^2[S^{--}]$	$2,6\cdot10^{-49}$	$4,1\cdot10^{-17}$	48,58
FeS	$[Fe^{++}][S^{--}]$	$3,8\cdot10^{-20}$	$2,0\cdot10^{-10}$	19,42
HgS	$[Hg^{++}][S^{--}]$	$4\cdot10^{-53}$	$6,3\cdot10^{-27}$ (18°)	52,4
MnS	$[Mn^{++}][S^{--}]$	$1,4\cdot10^{-15}$	$3,1\cdot10^{-8}$ (18°)	14,85
PbS	$[Pb^{++}][S^{--}]$	$6,8\cdot10^{-29}$	$8,2\cdot10^{-15}$	28,17
Sb_2S_3	$[Sb^{3+}]^2[S^{--}]^3$	$3,0\cdot10^{-27}$	$2,0\cdot10^{-6}$	26,52
SnS	$[Sn^{++}][S^{--}]$	$1,0\cdot10^{-28}$	$1,0\cdot10^{-14}$	28,00
ZnS	$[Zn^{++}][S^{--}]$	$7,9\cdot10^{-26}$	$2,8\cdot10^{-13}$	25,10
NiSγ	$[Ni^{++}][S^{--}]$	$1,4\cdot10^{-24}$	$1,2\cdot10^{-12}$ (18°)	23,85
Sulfatlar				
Ag_2SO_4	$[Ag^{+}]^2[SO_4^{--}]$	$7,7\cdot10^{-5}$	$2,6\cdot10^{-2}$	4,11
$BaSO_4$	$[Ba^{++}][SO_4^{--}]$	$1,08\cdot10^{-10}$	$1,0\cdot10^{-5}$	9,97
$CaSO_4\cdot2H_2O$	$[Ca^{++}][SO_4^{--}]$	$6,1\cdot10^{-5}$	$7,8\cdot10^{-3}$	4,21
$PbSO_4$	$[Pb^{++}][SO_4^{--}]$	$2,2\cdot10^{-8}$	$1,5\cdot10^{-4}$	7,66
$SrSO_4$	$[Sr^{++}][SO_4^{--}]$	$2,8\cdot10^{-7}$	$5,3\cdot10^{-4}$	6,55
Hg_2SO_4	$[Hg_2^{++}][SO_4^{--}]$	$6,3\cdot10^{-7}$	$7,9\cdot10^{-4}$	6,20
Karbonatlar				
Ag_2CO_3	$[Ag^{+}]^2[CO_3^{--}]$	$6,15\cdot10^{-12}$	$1,15\cdot10^{-4}$	11,21
$BaCO_3$	$[Ba^{++}][CO_3^{--}]$	$8,1\cdot10^{-9}$	$9,0\cdot10^{-5}$	8,10

1	2	3	4	5
$CaCO_3$	$[Ca^{++}][CO_3^{--}]$	$4,8\cdot10^{-9}$	$6,9\cdot10^{-5}$	8,32
Hg_2CO_3	$[Hg_2^{++}][CO_3^{--}]$	$9,0\cdot10^{-17}$	$9,3\cdot10^{-9}$	16,05
$MgCO_3$	$[Mg^{++}][CO_3^{--}]$	$1,0\cdot10^{-5}$	$3,2\cdot10^{-3}$	5,00
$PbCO_3$	$[Pb^{++}][CO_3^{--}]$	$1,5\cdot10^{-13}$	$3,9\cdot10^{-7}$	12,82
$SrCO_3$	$[Sr^{++}][CO_3^{--}]$	$1,6\cdot10^{-9}$	$4,0\cdot10^{-5}$	8,80
$ZnCO_3$	$[Zn^{++}][CO_3^{--}]$	$2,7\cdot10^{-8}$	$1,7\cdot10^{-4}$	7,57
$CdCO_3$	$[Cd^{++}][CO_3^{--}]$	$2,5\cdot10^{-14}$	$1,6\cdot10^{-5}$	13,60
$FeCO_3$	$[Fe^{++}][CO_3^{--}]$	$2,5\cdot10^{-11}$	$5,0\cdot10^{-6}$ (20°)	10,60
Oksalatlar				
$Ag_2C_2O_4$	$[Ag^{+}]^2[C_2O_4^{--}]$	$1,1\cdot10^{-11}$	$1,4\cdot10^{-4}$	10,96
$BaC_2O_4\cdot2H_2O$	$[Ba^{++}][C_2O_4^{--}]$	$1,61\cdot10^{-7}$	$4,0\cdot10^{-4}$ (18°)	6,79
$CaC_2O_4\cdot H_2O$	$[Ca^{++}][C_2O_4^{--}]$	$2,57\cdot10^{-9}$	$5,0\cdot10^{-5}$ (18°)	8,59
$CdC_2O_4\cdot3H_2O$	$[Cd^{++}][C_2O_4^{--}]$	$1,53\cdot10^{-8}$	$1,2\cdot10^{-4}$	7,82
MgC_2O_4	$[Mg^{++}]^2[C_2O_4^{--}]$	$8,57\cdot10^{-5}$	$9,1\cdot10^{-3}$ (18°)	4,07
PbC_2O_4	$[Pb^{++}]^2[C_2O_4^{--}]$	$3,2\cdot10^{-11}$	$5,6\cdot10^{-6}$ (18°)	10,50
$SrC_2O_4\cdot H_2O$	$[Sr^{++}][C_2O_4^{--}]$	$5,61\cdot10^{-8}$(18°)	$2,3\cdot10^{-4}$	7,25
ZnC_2O_4	$[Zn^{++}][C_2O_4^{--}]$	$7,5\cdot10^{-9}$	$8,7\cdot10^{-5}$	8,12
Hromatlar				
Ag_2CrO_4	$[Ag^{+}]^2[CrO_4^{--}]$	$9\cdot10^{-12}$	$1,3\cdot10^{-4}$	11,05
$BaCrO_4$	$[Ba^{++}][CrO_4^{--}]$	$2,4\cdot10^{-10}$	$1,5\cdot10^{-5}$	9,62
$CaCrO_4$	$[Ca^{++}][CrO_4^{--}]$	$2,3\cdot10^{-2}$ (18°)	$1,5\cdot10^{-1}$	1,64
$PbCrO_4$	$[Pb^{++}][CrO_4^{--}]$	$1,77\cdot10^{-14}$(18°)	$1,3\cdot10^{-7}$	13,75
$SrCrO_4$	$[Sr^{++}][CrO_4^{--}]$	$3,5\cdot10^{-5}$ (18°)	$5,9\cdot10^{-3}$	4,46
Gidrookisler				
$Al(OH)_3$	$[Al^{3+}][OH^{-}]^3$	$1,9\cdot10^{-33}$	$2,9\cdot10^{-9}$	32,72
$Cd(OH)_2$	$[Cd^{++}][OH^{-}]^2$	$2,4\cdot10^{-13}$ (18°)	$3,9\cdot10^{-5}$	12,62
$Ca(OH)_2$	$[Ca^{++}][OH^{-}]^2$	$3,1\cdot10^{-5}$	$2\cdot10^{-2}$	4,51
$Cr(OH)_3$	$[Cr^{3+}][OH^{-}]^3$	$5,4\cdot10^{-31}$ (17°)	$1,2\cdot10^{-8}$	30,27
$Cu(OH)_2$	$[Cu^{++}][OH^{-}]^2$	$5,6\cdot10^{-20}$	$2,4\cdot10^{-7}$	19,25
$Fe(OH)_2$	$[Fe^{++}][OH^{-}]^2$	$1,6\cdot10^{-14}$ (18°)	$1,6\cdot10^{-5}$	13,78
$Fe(OH)_3$	$[Fe^{3+}][OH^{-}]^3$	$1,1\cdot10^{-36}$ (18°)	$4,5\cdot10^{-10}$	35,96
$Mg(OH)_2$	$[Mg^{++}][OH^{-}]^2$	$1,2\cdot10^{-11}$ (18°)	$2,0\cdot10^{-4}$	10,92
$Mn(OH)_2$	$[Mn^{++}][OH^{-}]^2$	$4\cdot10^{-14}$ (18°)	$2,1\cdot10^{-5}$	13,4
$Ni(OH)_2$	$[Ni^{++}][OH^{-}]^2$	$8,7\cdot10^{-19}$ (17°)	$6,0\cdot10^{-7}$	18,06
$Pb(OH)_2$	$[Pb^{++}][OH^{-}]^2$	$6,8\cdot10^{-13}$ (18°)	$5,5\cdot10^{-5}$	12,17

8-nji tablisanyň dowamy

1	2	3	4	5
$Zn(OH)_2$	$[Zn^{++}][OH^-]^2$	$1\cdot10^{-17}$	$3{,}2\cdot10^{-9}$	17,00
Fosfatlar				
Ag_3PO_4	$[Ag^+]^3[PO_4^{3-}]$	$1{,}8\cdot10^{-18}$ (20°)	$1{,}6\cdot10^{-5}$	17,74
$MgNH_4PO_4$	$[Mg^{++}][NH_4^+][PO_4^{3-}]$	$2{,}5\cdot10^{-13}$	$6{,}3\cdot10^{-5}$	12,60
$Pb_3(PO_4)_2$	$[Pb^{++}]^3[PO_4^{3-}]^2$	$1{,}5\cdot10^{-32}$	$1{,}7\cdot10^{-7}$	31,82
Dürli klaslaryň duzlary				
$AgBrO_3$	$[Ag^+][BrO_3^-]$	$5{,}77\cdot10^{-5}$	$7{,}6\cdot10^{-3}$	4,24
$Ag_2Cr_2O_7$	$[Ag^+]^2[Cr_2O_7^{--}]$	$2\cdot10^{-7}$	$3{,}7\cdot10^{-3}$	6,70
AgCNS	$[Ag^+][CNS^-]$	$1{,}16\cdot10^{-12}$	$1{,}1\cdot10^{-6}$	11,94
$Ag_3Fe(CN)_6$	$[Ag^+]^3[Fe(CNS)_6^{3-}]$	$9{,}8\cdot10^{-26}$	$2{,}5\cdot10^{-7}$	25,01
$Ag_4Fe(CN)_6$	$[Ag^+]^4[Fe(CN)_6^{4-}]$	$1{,}5\cdot10^{-41}$	$2{,}2\cdot10^{-9}$	40,82
Ag_3AsO_3	$[Ag^+]^3[AsO_3^{3-}]$	$4{,}5\cdot10^{-19}$	$1{,}1\cdot10^{-5}$	18,35
Ag_3AsO_4	$[Ag^+]^3[AsO_4^{3-}]$	$1{,}0\cdot10^{-19}$	$7{,}8\cdot10^{-6}$	19,00
CaF_2	$[Ca^{++}][F^-]^2$	$3{,}95\cdot10^{-11}$	$2{,}1\cdot10^{-4}$	10,40
PbF_2	$[Pb^{++}]^3[F^-]^2$	$3{,}7\cdot10^{-8}$	$2{,}1\cdot10^{-3}$	7,43

9-njy tablisa

Käbir maddalaryň dissosiasiýa konstantalary

Madda	Dissosiasiýa konstantasy K	-lg K
1	2	3
Şawel kislotasy K_1	$5{,}6\cdot10^{-2}$	1,23
K_2	$6{,}4\cdot10^{-8}$	4,19
Süýt kislotasy	$1{,}4\cdot10^{-4}$	3,86
Ýag kislotasy	$1{,}2\cdot10^{-5}$	4,82
Çakyr kislotasy K_1	$0{,}91\cdot10^{-3}$	2,98
K_2	$4{,}2\cdot10^{-5}$	4,34
Üçhloruksus kislotasy	$2{,}0\cdot10^{-1}$	0,89
Benzoý kislotasy	$6{,}3\cdot10^{-5}$	4,52
Fenol	$1{,}0\cdot10^{-10}$	9,89
Salisil kislotasy K_1	$1{,}06\cdot10^{-3}$	2,98
K_2	$3{,}6\cdot10^{-14}$	13,44

9-njy tablisanyň dowamy

1	2	3
Pikrin kislotasy	$5,1 \cdot 10^{-1}$	0,38
Sulfanil kislotasy	$5,3 \cdot 10^{-4}$	3,23
Ftaliý kislotasy K_1	$2,0 \cdot 10^{-3}$	2,90
K_2	$2,5 \cdot 10^{-5}$	5,41
Etilikiamindörtuksus kislotasy K_1	$1,0 \cdot 10^{-2}$	1,99
K_2	$2,1 \cdot 10^{-3}$	2,67
K_3	$5,4 \cdot 10^{-7}$	6,27
K_4	$1,1 \cdot 10^{-11}$	10,95
HF	$6,8 \cdot 10^{-4}$	3,17
NH_4OH	$1,79 \cdot 10^{-5}$	4,75
$NH_2NH_2 \cdot H_2O$	$9,8 \cdot 10^{-7}$	5,52
$NH_2OH \cdot H_2O$	$9,6 \cdot 10^{-9}$	8,02
Etilamin	$4,7 \cdot 10^{-4}$	3,25
Glikol	$2,7 \cdot 10^{-2}$	1,57
Anilin	$4,0 \cdot 10^{-10}$	9,40
Piridin	$1,5 \cdot 10^{-9}$	8,69
Hinolin	$0,63 \cdot 10^{-9}$	9,00

10-njy tablisa

Işjeňlilik koeffisiýentiniň ýakynlaşdyrylan alamatlary

Ion güýji	**Walentligi**					
	1	**2**	**3**	**4**	**H^+üçin**	**OH^-üçin**
1	2	3	4	5	6	7
0	1	1	1	1		
0,001	0,97	0,87	0,73	0,56	98	98
0,002	0,95	0,82	0,64	0,45	97	97
0,005	0,93	0,74	0,51	0,30	95	95
0,01	0,90	0,66	0,39	0,19	92	92

10-njy tablisanyň dowamy

1	2	3	4	5	6	7
0,02	0,87	057	0,28	0,10	90	89
0,05	0,81	0,44	0,15	0,04	88	85
0,1	0,76	0,33	0,084	0,01	84	81
0,2	0,70	0,24	0,041	0,003	83	80
0,5	0,62	0,15	0,014	0,0005		

11-nji tablisa

20°C-da käbir maddalaryň ereýjiliginiň köpeltmek hasyly EKH

Duz	EKH	Duz	EKH
AgCl	$1,78\cdot10^{-10}$	AgBr	$5,3\cdot10^{-13}$
AgI	$8,3\cdot10^{-17}$	$Ag_2C_2O_4$	$1,1\cdot10^{-11}$
AgSCH	$1,1\cdot10^{-12}$	Ag_2CrO_4	$1,1\cdot10^{-12}$
Ag_3PO_4	$1,3\cdot10^{-20}$	Ag_2S	$6,3\cdot10^{-50}$
Ag_2SO_4	$1,6\cdot10^{-5}$	Ag_3AsO_4	$1,15\cdot10^{-19}$
Ag_3AsO_3	$4,5\cdot10^{-19}$	$BaCrO_4$	$1,2\cdot10^{-10}$
$BaCO_3$	$5,1\cdot10^{-9}$	$BaSO_4$	$1,1\cdot10^{-10}$
$CaCO_3$	$4,8\cdot10^{-9}$	CaC_2O_4	$2,3\cdot10^{-9}$
$Ca(OH)_2$	$5,5\cdot10^{-6}$	CaF_2	$4,0\cdot10^{-11}$
CdS	$7,9\cdot10^{-27}$	$Cr(OH)_3$	$6,3\cdot10^{-31}$
CdI_2	$1,1\cdot10^{-12}$	$Fe(OH)_3$	$3,2\cdot10^{-38}$
Hg_2SO_4	$6,3\cdot10^{-7}$	$KClO_4$	$1,1\cdot10^{-2}$
K_2PtCl_6	$1,4\cdot10^{-10}$	MgC_2O_4	$8,6\cdot10^{-5}$
$Mg(OH)_2$	$1,8\cdot10^{-11}$	$MgNH_4PO_4$	$2,5\cdot10^{-13}$
PbI_2	$1,1\cdot10^{-9}$	$PbSO_4$	$1,6\cdot10^{-8}$
PbC_2O_4	$3,2\cdot10^{-11}$	$PbCO_3$	$1,0\cdot10^{-13}$
$PbCrO_4$	$1,8\cdot10^{-14}$	PbS	$2,5\cdot10^{-27}$
$SrSO_4$	$3,2\cdot10^{-7}$	SrC_2O_4	$5,6\cdot10^{-8}$
$SrCO_3$	$1,1\cdot10^{-10}$	$Zn(OH)_2$	$7,1\cdot10^{-18}$
ZnSα	$1,6\cdot10^{-24}$	ZnSβ	$2,5\cdot10^{-22}$

12-nji tablisa

Kadaly wodorod elektrodyna gatnaşyklykda kadaly okislendirme-gaýtarma potensiallar

(potensiallaryň ululygynyň artma tertibinde)

Reaksiýanyň deňlemesi	E_0 woltda
1	2
$Al-3e \leftrightarrows Al^{3+}$	-1,66
$Zn-2e \leftrightarrows Zn^{2+}$	-0,76
$AsO_2^- + 4OH^- - 2e \leftrightarrows AsO_2^{3-} + 2H_2O$	-0,71
$S^{2-} - 2e \leftrightarrows S_{gaty}$	-0,48
$Fe_{gaty} - 2e \leftrightarrows Fe^{2+}$	-0,44
$H_2C_2O_4 - 2e \leftrightarrows 2CO_{2gaty} + 2H^+$	-0,49
$Cr(OH)_3 + 5OH^- - 3e \leftrightarrows CrO_4^{2-} + 4H_2O$	-0,13
$H_{2gaz} - 2e \leftrightarrows 2H^+$	0,00
$2S_2O_3^{2-} - 2e \leftrightarrows S_4O_6^{2-}$	+0,09
$Sn^{2+} - 2e \leftrightarrows Sn^{4+}$	+0,15
$VO + 2H_2O - 2e \leftrightarrows VO_2^{2+} + 4H^+$	+0,33
$H_2O - 2e \leftrightarrows H_2O_2 + 2H^+$	+1,77
$2I^- - 2e \leftrightarrows I_{2ergin}$	+0,54
$MnO_2 + 4OH^- - 2e \leftrightarrows H_2AsO_4^- + 3H^+$	+0,56
$H_2O_2 - 2e \leftrightarrows H_{2gaz} + 2H^+$	+0,68
$Fe^{2+} - e \leftrightarrows I^{3+}$	+0,77
$HNO_2 + H2O - 2e \leftrightarrows NO_3^- + 3H^+$	+0,94
$VO^{2+} + H_2O - e \leftrightarrows VO_2^+ + 2H^+$	+1,00
$I^- + 3H_2O - 6e \leftrightarrows IO_3^- + 6H^+$	+1,08
$2H_2O - 4e \leftrightarrows O_{2gaz} + 4H^+$	+1,23
$2Cr^{3+} + 7H_2O - 6e \leftrightarrows Cr_2O_7^{2-} + 14H^+$	+1,33
$Br^- + 3H_2O - 6e \leftrightarrows BrO_3^- + 6H^+$	+1,45
$Cl^- + H_2O - 2e \leftrightarrows HOCl + H^+$	+1,50
$Mn^{2+} + 4H_2O - 2e \leftrightarrows MnO_4^- + 8H^+$	+1,51
$Ce^{3+} - e \leftrightarrows Ce^{4+}$	+1,61
$MnO_{2gaty} + 2H_2O - 3e \leftrightarrows Mn_4^- + 4H^+$	+1,69

12-nji tablisanyň dowamy

1	2
H_2O-2e ⇆ H_2O_2+2H^+	+1,77
2SO_4^{2-}-2e ⇆ $S_2O_8^{2-}$	>+2,0
2F^--2e ⇆ F_2	+2,87
Kadaly elektrod potensiallar	
Li-e ⇆ Li^+	+3,02
K-e ⇆ Ki^+	+2,92
Na-e ⇆ Na^+	+2,71
Mg-2e ⇆ Mg^{2+}	+2,34
Zn-2e ⇆ Zn^{2+}	+0,76
Fe-2e ⇆ Fe^{2+}	+0,44
Cd-2e ⇆ Cd^{2+}	+0,40
Ni-2e ⇆ Ni^{2+}	+0,25
Sn-2e ⇆ Sn^{2+}	+0,14
Pb-2e ⇆ Pb^{2+}	+0,13
H_2-2e ⇆ 2H^+	+0,00
Cu-2e ⇆ Cu^{2+}	+0,34
Ag-e ⇆ Ag^+	+0,80
Au-3e ⇆ Au^{3+}	+1,50
Cl_2-2e ⇆ 2Cl^-	+1,36

13-nji tablisa

Käbir kompleks ionlaryň durnuksyzlyk (dissosiasiýa) konstantalary

Kompleks ionyň formulasy	Durnuksyzlyk konstantasy K	Konstantanyň san ululygy
1	2	3
$[HgCl_4]^{--}$	$K=[Hg^{++}][Cl^-]^4/[HgCl_4^{--}]$	$6\cdot10^{-17}$
$[CuCl_2]^-$	$K=[Cu^+][Cl^-]^2/[CuCl_2^-]$	$3\cdot10^{-6}$
$[AuCl_4]^-$	$K=[Au^{3+}][Cl^-]^4/[AuCl_4^-]$	$5\cdot10^{-22}$
$[HgBr_4]^{--}$	$K=[Hg^{++}][Br^-]^4/[HgBr_4^{--}]$	$2,2\cdot10^{-22}$
$[HgCl_4]^{--}$	$K=[Hg^{++}][Cl^-]^4/[HgCl_4^{--}]$	$6\cdot10^{-17}$

1	2	3
$[HgI_4]^{--}$	$K=[Hg^{++}][I^-]^4/[HgI_4^{--}]$	$5,3\cdot10^{-31}$
$[CdI_4]^{--}$	$K=[Cd^{++}][I^-]^4/[CdI_4^{--}]$	$5\cdot10^{-7}$
$[AlF_6]^{3-}$	$K=[Al^{3+}][F^-]^6/[AlF_6^{3-}]$	$2\cdot10^{-24}$
$[Ag(CN)_2]^-$	$K=[Ag^+][CN^-]^2/[Ag(CN)_2^-]$	$1,0\cdot10^{-21}$
$[Co(CN)_4]^{--}$	$K=[Co^{++}][CN^-]^4/[Co(CN)_2^{--}]$	$8\cdot10^{-20}$
$[Cd(CN)_4]^{--}$	$K=[Cd^{++}][CN^-]^4/[Cd(CN)l_4^{--}]$	$1,4\cdot10^{-17}$
$[Cu(CN)_2]^{3-}$	$K=[Cu^+][CN^-]^4/[Cu(CN)_4^{3-}]$	$5\cdot10^{-28}$
$[Hg(CN)_4]^{--}$	$K=[Hg^{++}][CN^-]^4/[H(CN)_4^{--}]$	$4\cdot10^{-41}$
$[Fe(CN)_6]^{3-}$	$K=[Fe^{3+}][CN^-]^6/[Fe(CN)_6^{3-}]$	$5\cdot10^{-44}$
$[Fe(CN)_6]^{4-}$	$K=[Fe^{++}][CN^-]^6/[Fe(CN)_6^{4-}]$	$5\cdot10^{-37}$
$[Zn(CN)_4]^{--}$	$K=[Zn^{++}][CN^-]^4/[Zn(CN)_4^{--}]$	$2\cdot10^{-17}$
$[Ni(CN)_4]^{--}$	$K=[Ni^{++}][CN^-]^4/[Ni(CN)_4^{--}]$	$3\cdot10^{-16}$
$[Au(CNS)_4]^-$	$K=[Au^{3+}][CNS^-]^4/[Au(CNS)_4^-]$	$3\cdot10^{-38}$
$[Hg(CNS)_4]^{--}$	$K=[Hg^{++}][CNS^-]^4/[Hg(CNS)_4^{--}]$	$1\cdot10^{-22}$
$[Ag(NH_3)_2]^+$	$K=[Ag^+][NH_3]^2/[Ag(NH_3)_2^+]$	$6,8\cdot10^{-8}$
$[Cd(NH_3)_4]^{++}$	$K=[Cd^{++}][NH_3]^4/[Cd(NH_3)_4^{++}]$	$1,0\cdot10^{-7}$
$[Co(NH_3)_6]^{++}$	$K=[Co^{++}][NH_3]^6/[Co(NH_3)_6^{++}]$	$1,25\cdot10^{-5}$
$[Co(NH_3)_6]^{3+}$	$K=[Co^{3+}][NH_3]^6/[Co(NH_3)_6^{3+}]$	$6\cdot10^{-36}$
$[Cu(NH_3)_4]^{++}$	$K=[Cu^{++}][NH_3]^4/[Cu(NH_3)_4^{++}]$	$2\cdot10^{-17}$
$[Ni(NH_3)_4]^{++}$	$K=[Ni^{++}][NH_3]^4/[Ni(NH_3)_4^{++}]$	$4,8\cdot10^{-8}$
$[Zn(NH_3)_4]^{++}$	$K=[Zn^{++}][NH_3]^4/[Zn(NH_3)_4^{++}]$	$2,6\cdot10^{-10}$
$[Ag(S_2O_3)]^+$	$K=[Ag^+][S_2O_3^{--}]/[Ag(S_2O_3)^-]$	$1,0\cdot10^{-13}$
$[Cd(S_2O_3)_4]^{6+}$	$K=[Cd^{++}][S_2O_3^{--}]^4/[Cd(S_2O_3)_4^{6-}]$	$4,0\cdot10^{-8}$
$[Zn(C_2O_4)_3]^{4-}$	$K=[Zn^{++}][C_2O_4^{--}]^3/[Zn(C_2O_4)_3^{4-}]$	$1\cdot10^{-9}$
$[Fe(C_2O_4)_3]^{4-}$	$K=[Fe^{++}][C_2O_4^{--}]^3/[Fe(C_2O_4)_3^{3-}]$	$5\cdot10^{-10}$
$[Ag(NO_2)_2]^-$	$K=[Ag^+][NO_2^-]^2/[Ag(NO_2)_2^-]$	$1,5\cdot10^{-3}$

Kislota erginleriniň dykyzlygy we % düzümi

20^0C-da dykyzlyk, g/sm^3	Agram %-leri			20^0C-da dykyzlyk, g/sm^3	Agram %-leri		
	HCl	HNO_3	H_2SO_4		HCl	HNO_3	H_2SO_4
1	2	3	4	5	6	7	8
1,000	0,36	0,33	0,26	1,180	36,23	30,00	25,21
1,005	1,36	1,26	0,99	1,185	37,27	30,74	25,84
1,010	2,36	2,16	1,73	1,190	38,32	31,47	26,47
1,020	4,39	3,98	3,24	1,198	40,0		
1,025	5,41	4,88	4,00	1,200		32,94	27,72
1,030	6,43	5,78	4,74	1,205		33,68	28,33
1,035	7,46	6,66	5,49	1,210		34,41	28,95
1,040	8,49	7,53	6,24	1,215		35,16	29,57
1,045	9,51	8,40	6,96	1,220		35,93	30,18
1,050	10,52	9,26	7,70	1,225		36,70	30,79
1,055	11,52	10,12	8,42	1,230		37,48	31,40
1,060	12,51	10,97	9,13	1,235		38,25	32,01
1,065	13,0	11,81	9,84	1,240		39,02	32,61
1,070	14,50	12,65	10,56	1,245		39,80	33,22
1,075	15,49	13,48	11,26	1,250		40,58	33,82
1,080	16,47	14,31	11,96	1,255		41,36	34,42
1,085	17,45	15,13	12,66	1,260		42,14	35,01
1,090	18,43	15,95	13,36	1,265		42,92	35,60
1,095	19,41	16,76	14,04	1,270		43,07	36,19
1,100	20,39	17,58	14,73	1,275		44,80	36,78
1,105	21,36	18,39	15,41	1,280		45,27	37,36
1,110	22,33	19,19	16,08	1,285		46,06	37,95
1,115	23,29	20,00	16,76	1,290		46,85	38,53
1,120	24,25	20,79	17,43	1,295		47,63	39,10
1,125	25,22	21,59	18,09	1,300		48,42	39,68
1,130	26,20	22,38	18,76	1,305		49,21	40,25

1	2	3	4	5	6	7	8
1,135	27,18	23,16	19,42	1,310		50,00	40,82
1,140	28,18	23,94	20,08	1,315		50,85	41,39
1,145	29,17	24,71	20,73	1,320		51,71	41,95
1,150	30,14	25,48	21,38	1,325		52,56	42,51
1,155	31,14	26,24	22,03	1,330		53,41	43,07
1,160	32,14	27,00	22,67	1,335		54,27	43,62
1,165	33,16	27,76	23,31	1,340		55,13	44,17
1,170	34,18	28,51	23,95	1,345		56,04	44,72
1,175	35,20	29,25	24,58				
1,355	57,87	45,80	1,545	64,26	1,715	78,93	
1,360	58,78	46,33	1,550	64,71	1,720	79,37	
1,365	59,69	46,86	1,555	65,15	1,725	79,81	
1,370	60,67	47,39	1,560	65,59	1,730	80,25	
1,375	61,69	47,92	1,565	66,03	1,735	80,70	
1,380	62,70	48,45	1,570	66,47	1,740	81,16	
1,385	63,72	48,97	1,575	66,91	1,745	81,62	
1,390	64,74	49,48	1,580	67,35	1,750	82,09	
1,395	65,84	49,99	1,585	67,79	1,755	82,57	
1,400	66,97	50,50	1,590	68,23	1,760	83,06	
1,405	68,10	51,01	1,595	68,66	1,765	83,57	
1,410	69,23	51,52	1,600	69,09	1,770	84,08	
1,415	70,39	52,02	1,605	69,53	1,775	84,61	
1,420	71,63	52,51	1,610	69,96	1,780	85,16	
1,425	72,86	53,01	1,615	70,39	1,785	85,74	
1,430	74,09	53,50	1,620	70,82	1,790	86,35	
1,435	75,35	54,00	1,625	71,25	1,795	86,99	
1,440	76,71	54,49	1,630	71,67	1,800	87,69	
1,445	78,07	54,97	1,635	72,09	1,805	88,43	
1,450	79,43	55,45	1,640	72,52	1,810	89,23	
1,455	80,88	55,93	1,645	72,95	1,815	91,12	

14-nji tablisanyň dowamy

1	2	3	4	5	6	7
1,460	82,39	56,41	1,650	73,37	1,820	91,11
1,465	83,91	56,89	1,655	73,80	1,825	92,25
1,470	85,80	57,36	1,660	74,22	1,826	92,51
1,475	87,29	57,84	1,665	74,64	1,827	92,77
1,480	89,07	58,31	1,670	75,07	1,828	93,03
1,485	91,13	58,78	1,675	75,49	1,829	93,33
1,490	93,49	59,24	1,680	75,92	1,830	93,64
1,495	95,46	59,70	1,685	76,34	1,831	93,94
1,500	96,73	60,17	1,690	76,77	1,832	94,32
1,505	97,99	60,62	1,695	77,20	1,833	94,72
1,510	99,26	61,08	1,700	77,63	1,834	95,12
1,515		61,54	1,705	78,06	1,835	95,72
1,520		62,00				
1,525		62,45				
1,530		62,91				
1,535		63,36				

15-nji tablisa

20^0C-da KOH we NaOH erginleriniň dykyzlygy we % düzümi

Dykyzlyk g/sm^3	**KOH**	**NaOH%**	**Dykyzlyk g/sm^3**	**KOH**	**NaOH%**
1	2	3	4	5	6
1,000	0,197	0,159	1,270	28,29	24,645
1,010	1,295	1,045	1,280	29,25	25,56
1,020	2,38	1,94	1,290	30,21	26,48
1,030	3,48	2,84	1,300	31,15	27,41
1,040	4,58	3,745	1,310	32,09	28,33
1,050	5,66	4,655	1,320	33,03	29,26
1,060	6,74	5,56	1,330	33,97	30,20
1,070	7,82	6,47	1,340	34,90	31,14

15-nji tablisanyň dowamy

1	2	3	4	5	6
1,070	7,82	6,47	1,340	34,90	31,14
1,080	8,89	7,38	1,350	35,82	32,10
1,090	9,96	8,28	1,360	36,735	33,06
1,100	11,03	9,19	1,370	37,65	34,03
1,110	12,08	10,10	1,380	38,56	35,01
1,120	13,14	11,01	1,390	39,46	36,00
1,130	14,19	11,92	1,400	40,37	36,99
1,140	15,22	12,83	1,410	41,26	37,99
1,160	17,29	14,64	1,430	43,04	40,00
1,170	18,32	15,54	1,440	43,92	41,03
1,180	19,35	16,44	1,450	44,79	42,07
1,190	20,37	17,34	1,460	45,66	43,12
1,200	21,38	18,25	1,470	46,53	44,17
1,210	22,38	19,16	1,480	47,39	45,22
1,220	23,38	20,07	190	48,25	46,27
1,230	24,37	20,98	1,500	49,10	47,33
1,240	25,36	21,90	1,510	49,95	48,38
1,250	26,34	22,82	1,520	50,80	49,44
1,260	27,32	23,73	1,530	51,64	50,50

16-njy tablisa

20^0C-da ammiagyň erginleriniň dykyzlygy we % düzümi

Dykyzlyk g/sm^3	**NH_3 %**	**Dykyzlyk g/sm^3**	**NH_3 %**	**Dykyzlyk g/sm^3**	**NH_3 %**
1	2	3	4	5	6
0,998	0,0465	0,958	9,87	0,918	21,50
0,996	0,512	0,956	10,405	0,916	22,125
0,994	0,977	0,954	10,95	0,914	22,75
0,992	1,43	0,952	11,49	0,912	23,39
0,990	1,89	0,950	12,03	0,910	24,03
0,988	2,35	0,948	12,8	0,908	24,68
0,986	2,82	0,946	13,14	0,906	25,33
0,984	3,30	0,944	13,71	0,904	26,00

16-njy tablisanyň dowamy

1	2	3	4	5	6
0,982	3,78	0,942	14,29	0,902	26,67
0,980	4,27	0,940	14,88	0,900	27,33
0,978	4,76	0,938	15,47	0,898	28,00
0,976	5,25	0,936	16,06	0,896	28,67
0,974	5,75	0,934	16,65	0,894	29,33
0,972	6,25	0,932	17,24	0,892	30,00
0,970	6,75	0,930	17,85	0,890	30,68
0,968	7,26	0,928	18,45	0,888	31,37
0,966	7,77	0,926	19,06	0,886	32,09
0,964	8,29	0,924	19,67	0,884	32,84
0,962	8,82	0,922	20,27	0,882	33,59
0,960	9,34	0,920	20,88	0,880	34,35

17-nji tablisa

Gazlaryň dykyzlygy

Madda	**Formula**	**Mole-kulýar agramy**	**Howa boýunça dykyzly-gy**	**0^0C-da, 760 *mm. sm.*st-de 1 litriň agramy**	**1 g-mo-lunyň göwrü-mi**
1	2	3	4	5	6
Azot	N_2	28,6	0,9674	1,2504	22,520
Ammiak	NH_3	17,03	0,5971	0,7708	22,094
Asetilen	C_2H_2	26,02	0,8988	0,1791	22,219
Brom	Br_2	159,83	5,5249	7,1426	22,377
Suw (bug)	H_2O	18,02	0,6218	0,8040	22,488
Wodorod	H_2	2,016	0,06965	0,08987	22,434
Uglerodyň ikili oksidi	CO_2	44,00	1,5197	1,9768	22,258
Ikisian	$(CN)_2$	52,02	1,7968	2,3229	22,394
Azodyň ikili oksidi	N_2O	44,02	1,5208	1,9777	2,262
Kislorod	O_2	32,00	1,1053	1,4290	22,320
Metan	CH_4	16,03	0,5545	0,7168	22,365
Azodyň oksidi	NO_2	30,01	1,0367	1,3402	22,393
Uglerodyň oksidi	CO	28,00	0,9673	1,2504	22,396

17-nji tablisanyň dowamy

1	2	3	4	5	6
Propan	C_3H_8	44,06	1,5204	2,0200	21,893
Propilen	C_3H_6	42,05	1,4527	1,878	22,391
Kükürtli angidrid	SO_2	64,06	2,2636	2,9267	21,889
Kükürtli wodorod	H_2S	34,08	2,0752	1,5393	22,140
Ftorly wodorod	HF	20,01	0,7130	0,8940	22,382
Hlor	Cl_2	70,91	2,4494	3,214	22,022
Hlorly wodorod	HCl	36,47	1,2684	1,6395	22,248
Sianly wodorod	HCN	27,02	0,9359	1,2096	22,336
Etan	C_2H_6	30,05	1,0381	1,3562	22,157
Etilen	C_2H_4	38,03	0,9673	1,2609	22,259

18-nji tablisa

Suwuň bugunyň üstündäki we NaCl, KOH erginleriniň üstündäki basyşy *(mm.sm.st.)*

Temperatura, ^{0}C	**10**	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**	**22**	**24**	**26**	**28**	**30**
Suw	9	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32
NaCl-nyň doýan ergini	7	8	9	10	12	13	15	17	19	21	24
KOH-nyň 20% ergini	8	9	10	12	13	15	17	20	22	25	28

19-njy tablisa

20^{0}C-da sygymy 1 litre deň bolan gapdaky suwuň agramyny kesgitlemek üçin düzedişler

Suwuň agramy = (1000-)Δg

t,^{0}C	**Δg**	**t,^{0}C**	**Δg**	**t,^{0}C**	**Δg**
9	1,563	16	2,200	23	3,407
10	1,614	17	2,341	24	3,618
11	1,685	18	2,492	25	3,839
12	1,766	19	2,653	26	4,070
13	1,857	20	2,824	27	4,311
14	1,958	21	3,005	28	4,562
15	2,069	22	3,196	29	4,823

Elementleriň atom massalary

Simwol	Tertip sany	Elementiň ady	Atom agramy
1	2	3	4
Ac	89	Aktiniý	[227]
Ag	47	Kümüş	107,868
Al	13	Alýuminiý	26,9815
Am	95	Amerisiý	[243]
Ar	18	Argon	39,948
As	33	Myşýak	74,9216
At	85	Astat	[210]
Au	79	Altyn	196,967
B	5	Bor	10,81
Ba	56	Bariý	137,34
Be	4	Berilliý	9,0122
Bi	83	Wismut	208,980
Bk	97	Berkliý	[247]
Br	35	Brom	79,904
C	6	Uglerod	12,011
Ca	20	Kalsiý	40,08
Cd	48	Kadmiý	112,40
Ce	58	Seriý	140,12
Cf	98	Kaliforniý	[251]
Cl	17	Hlor	35,453
Cm	96	Kýuriý	[247]
Co	27	Kobalt	58,9332
Cr	24	Hrom	51,996
Cs	55	Seriý	132,905
Cu	29	Mis	63,546
Dy	66	Dispoziý	162,50
Er	68	Erbiý	167,26
Es	99	Eýnşteýniý	[254]
Eu	63	Ewropiý	151,96

1	2	3	4
F	9	Ftor	18,9984
Fe	26	Demir	55,847
Fm	100	Fermiý	[257]
Fr	87	Fransiý	[223]
Ga	31	Galliý	69,72
Gd	64	Gadoliniý	157,25
Ge	32	Germaniý	72,59
H	1	Wodorod	1,0079
He	2	Geliý	4,0026
Hf	72	Gafniý	178,49
Hg	80	Simap	200,59
Ho	67	Golmiý	164,9304
I	53	Ýod	126,9045
In	49	Indiý	114,82
Ir	77	Iridiý	192,22
K	19	Kaliý	39,098
Kr	36	Kripton	83,80
Ku	104	Kurçatowiý	[261]
La	57	Lantan	138,905
Li	3	Litiý	6,94
Lr	103	Lourensiý	[256]
Lu	71	Lýutesiý	174,97
Md	101	Mendeleýewiý	[258]
Mg	12	Magniý	24,305
Mn	25	Marganes	54,9380
Mo	42	Molibden	95,94
N	7	Azot	14,0067
Na	11	Natriý	22,98977
Nb	41	Niobiý	92,9064
Nd	60	Neodim	144,24
Ne	10	Neon	20,179
Ni	28	Nikel	58,71

1	2	3	4
Nb	102	Nobeliý	[255]
Np	93	Neptuniý	237,0482
O	8	Kislorod	15,9994
Os	76	Osmiý	190,2
P	15	Fosfor	30,97376
Pa	91	Protattiniý	231,0359
Pb	82	Gurşun	207,2
Pd	46	Palladiý	106,4
Pm	61	Prometiý	[145]
Po	84	Poloniý	[209]
Pr	59	Prazedim	140,907
Pt	78	Platina	195,09
Pu	94	Plutoniý	[244]
Ra	88	Radiý	226,0254
Pb	37	Rubidiý	85,467
Re	75	Reniý	186,2
Rh	45	Rodiý	102,905
Rn	86	Radon	[222]
Ru	44	Ruteniý	101,07
S	16	Kükürt	32,06
Sb	51	Sürme	121,75
Sc	21	Skandiý	44,956
Se	34	Selen	78,96
Si	14	Kremniý	28,086
Sm	62	Samariý	150,4
Sn	50	Galaýy	118,69
Sr	38	Stronsiý	87,62
Ta	73	Tantal	180,948
Tb	65	Terbiý	158,9254
Tc	43	Tehnesiý	98,9062
Te	52	Tellur	127,60
Th	90	Toriý	232,038

1	2	3	4
Ti	22	Titan	47,90
Tl	81	Talliý	204,37
Tm	69	Tuliý	168,934
U	92	Uran	238,03
V	23	Vanadiý	50,941
W	74	Wolfram	183,84
Xe	54	Ksenon	131,30
Y	39	Itriý	88,9059
Yb	70	Iterbiý	173,04
Zn	30	Sink	65,38
Zr	40	Sirkoniý	91,22

ANALITIKI HIMIÝADAN ATTESTASIÝA TEST SORAGLARY

1. Şularyň haýsysy kationlaryň I analitiki toparyna girýär:
a) Al^{+++};
b) Ca^{++};
ç) K^{+}.
2. Şularyň haýsysy kationlaryň II analitiki toparyna girýär:
a) Mg^{++};
b) Ca^{++};
ç) Al^{+++}.
3. Şularyň haýsysy kationlaryň III analitiki toparyna girýär:
a) Li^{+};
b) Cr^{+++};
ç) Sr^{++}.
4. Şularyň haýsysy kationlaryň IV analitiki toparyna girýär:
a) Ca^{++};
b) Hg^{++};
ç) Ba^{++}.
5. Şularyň haýsysy kationlaryň V analitiki toparyna girýär:
a) Li^{+};
b) Ag^{+};
ç) Al^{+}.
6. $(NH_4)_2CO_3$ haýsy analitiki toparyň kationlary üçin umumy çökdürijidir:
a) I;
b) II;
ç) III.
7. $(NH_4)_2S$ kationlaryň haýsy analitiki topary üçin umumy çökdürijidir:
a) I;
b) II;
ç) III.
8. $NH_4Cl+NaOH \rightarrow\uparrow NH_3+H_2O+NaCl$ reaksiýasy bolup bilermi:
a) biler;
b) bilmez;
ç) näbelli.

9. $(NH_4)_2CO_3+CaCl_2 \rightarrow\downarrow CaCO_3+2NH_4Cl$ reaksiýasy bolup bilermi:
a) biler;
b) bilmez;
ç) näbelli.
10. $K_2[HgI_4]$ kimiň reaktiwi atlandyrylýar:
a) Gugaýewiň;
b) Nesslerin;
ç) Hernstiň.
11. $NaHC_4H_4O_6$ maddasynyň ady şularyň haýsysy:
a) natriý oksalaty;
b) natriý gidrotartraty;
ç) natriý gidrotetrakarbonaty.
12. $BaCrO_4$ çöküdisiniň reňki nähili:
a) ak;
b) gyzyl;
ç) sary.
13. $Al(OH)_3$ çöküdisi haýsy häsiýeti ýüze çykarýar:
a) esas;
b) kislota;
ç) amfoter.
14. Şu duzlaryň haýsysy gidrolizleşýär:
a) Na_2CO_3;
b) Na_2SO_4;
ç) $NaNO_3$.
15. Na_2S duzy gidrolizleşende haýsy sreda bolýar:
a) turşy;
b) aşgar;
ç) üýtgemeýär.
16. NH_4NO_3 duzy gidrolizleşende haýsy sreda bolýar:
a) turşy;
b) aşgar;
ç) üýtgemeýär.
17. NH_4Cl gidrolizleşende pH haýsy baha eýe bolýar:
a) pH=7;
b) pH>7;
ç) pH<7.
18. Gidroliz derejesiniň haýsy formulasy dogry:
a) $\alpha = \frac{C_{umumy}}{C_{gidr}}$;

b) $\alpha = \frac{C_{gidr}}{C_{umumy}}$;

ç) $\alpha = C_{umumy} \cdot C_{gidr}$.

Bu ýerde C-konsentrasiýa

19. Na_2CO_3 gidrolizleşende pH haýsy baha eýe bolýar:

a) pH=7;

b) pH>7;

ç) pH<7.

20. Ereýjiligiň köpeltmek hasyly (EKH) AgCl üçin haýsy ýazylyşy dogry:

a) $EKH_{AgCl} = [Ag^+][Cl^-]$;

b) $EKH_{AgCl} = [Ag^+]:[Cl^-]$;

ç) $EKH_{AgCl} = [Ag^+] - [Cl^-]$.

21. Şu maddalaryň haýsysynyň ereýjiligi iň pesi:

a) $EKH_{AgCl} = 10^{-10}$;

b) $EKH_{CaSO_4} = 10^{-5}$;

ç) $EKH_{Ca_3(PO_4)_2} = 10^{-29}$.

22. Şu maddalaryň haýsysynyň ereýjiligi iň gowy:

a) $EKH_{CaS_2} = 10^{-11}$;

b) $EKH_{CrSO_4} = 10^{-7}$;

ç) $EKH_{AgI} = 10^{-17}$.

23. $MgCl_2$ duzunyň EKH-sy:

a) bolup biler;

b) bolup bilmez;

ç) bolaýmagy mümkin.

24. Ereýjiligiň formulasynyň şu ýazylyşy $P_{KtaAnb} =$

$$= a \cdot b \sqrt{\frac{EKH_{KtaAnb}}{a^a \cdot b^b}}$$

a) dogry;

b) nädogry;

ç) bilemok.

25. Şularyň haýsy kompleks birleşme:
a) $KCl \cdot NaCl$;
b) $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3$;
ç) $K_4[Fe(CN)_6]$.
26. $K_4[Zn(C_2O_4)_3]$ kompleks birleşmesinde koordinasion san deňdir:
a) 4;
b) 3;
ç) 2.
27. Okislenme-gaýtarylma reaksiýasynyň EHG haýsy formula boýunça hasaplanylýar:
a) $EHG = E_{okis} - E_{gaýt}$;
b) $EHG = E_{gaýt} - E_{okis}$;
ç) $EHG = E_{okis} + E_{gaýt}$.
28. Şularyň haýsysy Nernstiň deňlemesi:
a) $E = E^{\circ} + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[okis]}{[gaýt]}$;
b) $E = E^{\circ} + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[gaýt]}{[okis]}$;
ç) $E = E^{\circ} + \frac{RT}{nF} \ln [okis][gaýt]$.
29. Madda okislendiriji E-niň haýsysyna degişli:
a) E=0;
b) E>0;
ç) E<0.
30. E-niň haýsysynda madda gaýtaryjy:
a) E=0;
b) E<0;
ç) E>0.
31. Mn^{+7} haýsy bolup biler:
a) okislendiriji;
b) gaýtaryjy;
ç) hiç haýsy.
32. Fe^{+2} gaýtaryjy bolup bilermi:
a) biler;
b) bilmez;
ç) bilemok.
33. H_2O_2 nähili madda:
a) diňe okislendiriji;
b) diňe gaýtaryjy;

ç) hem okislendiriji, hem gaýtaryjy.

34. Şularyň haýsysy erginleriň % konsentrasiýasyny aňladýar:

a) $C_{\%} = \frac{m}{M} \cdot 100\ \%$;

b) $C_{\%} = \frac{M}{m} \cdot 100\ \%$;

ç) $C_{\%} = \frac{100\ \%}{m \cdot M}$.

Bu ýerde M-erginiň massasy, m-ondaky eredilen maddanyň massasy.

35. Şularyň haýsysy erginleriň molýar konsentrasiýasyny aňladýar:

a) $M = \frac{m \cdot 1000}{Mm \cdot V}$;

b) $M = \frac{Mm \cdot V}{m \cdot 1000}$;

ç) $M = \frac{m \cdot V}{Mm \cdot 1000}$.

Bu ýerde m-eredilen maddanyň massasy, V-erginiň göwrümi, Mm-eredilen maddanyň molekulýar massasy.

36. Şularyň haýsysy erginleriň normal konsentrasiýasyny aňladýar:

a) $N = \frac{E \cdot 1000}{m \cdot M}$;

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

ç) $N = \frac{m \cdot V}{E \cdot 1000}$.

Bu ýerde *m*-eredilen maddanyň massasy, V-erginiň göwrümi, E-onuň ekwiwalenti.

37. Şularyň haýsy dogry:

a) $N_A \cdot V_B = N_B \cdot V_A$;

b) $N_A \cdot V_A = N_B \cdot V_B$;

ç) $N_A \cdot N_B = V_A \cdot V_B$.

38. Titriň haýsy formulasy dogry:

a) $T = \frac{N \cdot E}{1000}$;

b) $T = \frac{1000}{N \cdot E}$;

ç) $T = \frac{N \cdot 1000}{E}$.

Bu ýerde N-ergininiň normallygy, E-onuň ekwiwalenti.

39. Erginiň dykyzlygynyň haýsy formulasy dogry:

a) $d = \frac{M}{V}$;

b) $d = \frac{V}{M}$;

ç) d=MV .

40. Fenolftaleýiniň reňki aşgar sredada nähili bolýar:

a) reňksiz;

b) gyzyl;

ç) gök.

41. Indikatoryň reňki haýsy ýagdaýda üýtgemeli:

a) titrlemäniň başynda;

b) titrlemäniň ahyrynda;

ç) ekwiwalent nokadynda.

42. Suwuň karbonatly (wagtlaýyn) talhlygyny haýsy madda bilen titrläp kesgitläp bolýar:

a) kislota;

b) aşgar;

ç) tapawudy ýok.

43. Erginleriň konsentrasiýasynyň düzediş koeffisiýenti (K) haýsy formula boýunça tapylýar:

a) $K = \frac{N_{prak}}{N_{teor}}$;

b) $K = \frac{N_{teor}}{N_{prakt}}$;

ç) $K=N_{teor} \cdot N_{prakt}$.

44. Erginleriň göwrüminiň ulalmagy konsentrasiýany:

a) köpeldýär;

b) peseldýär;

ç) tapawudy ýok.

45. Neýtrallaşdyrma usulynda haýsy maddalaryň arasyndaky reaksiýalar ulanylýar:

a) kislota+duz;

b) kislota+esas;

ç) esas+duz.

46. 0,5 n HCl erginiň göwrümi 10 esse ulaldylsa, onuň konsentrasiýasy şularyň haýsy bolýar:

a) 0,5 n;

b) 0,005 n;

ç) 0,05 n.

47. Titrlemäge alynýan aşakdaky göwrümleriň haýsynda ýalňyşlyk az bolar:

a) 1 ml;

b) 5 ml;

ç) 20 ml.

48. Titrlemäge alynýan göwrümi şularyň haýsy bilen alynsa, netije takyk bolar:

a) silindr bilen;

b) býuretka bilen;

ç) tapawudy ýok.

49. Normal konsentrasiýaly ergin taýýarlananda eredijiniň (suwuň) temperaturasy täsir edýärmi:

a) täsir etmeýär;

b) täsir edýär;

ç) tapawudy ýok.

50. Erginiň konsentrasiýasynyň takyklygy haýsy ergin bilen barlanylýar:

a) standart;

b) islendik;

ç) aşgar.

51. Takyk konsentrasiýaly ergin taýýarlananda eredilýän maddanyň massasy haýsy bolanda ýalňyş az gidýär:

a) uly bolanda;

b) kiçi bolanda;

ç) tapawudy ýok.

52. Permanganatometriýa usulynda $MnO_4^- + 5e + 8H^+ \rightarrow Mn^{++} + 4H_2O$ üýtgeşmesi üçin $KMnO_4$-üň ekwiwalenti (E) haýsy formula bilen tapylýar:

a) $E = \frac{Mm}{2}$;

b) $E = \frac{Mm}{3}$;

ç) $E = \frac{Mm}{5}$.

Bu ýerde Mm-$KMnO_4$-üň molekulýar massasy.

53. Permanganatometriýa usulynda ýörite inikator ulanylýarmy:

a) ulanylýar;

b) ulanylmaýar;
ç) tapawudy ýok.

54. MnO_4^- iony okislendiriji bolup, 3 elektron kabul edende, Mn haýsy okislenme derejä eýe bolýar:

a) Mn^{+2};
b) Mn^{+5};
ç) Mn^{+4}.

55. Şawel kislotasyna haýsy formula laýyk gelýär:

a) HCO_4;
b) $H_2C_2O_4$;
ç) H_2CO_4.

56. Fe^{+3} iony gaýtaryjy bolup bilermi:

a) biler;
b) bilmez;
ç) näbelli.

57. Hrom Cr^{-1} iony gaýtaryjy bolup bilermi:

a) biler;
b) bilmez;
ç) näbelli.

58. Permanganatometriýa usulynda haýal okislenýän gaýtaryjylary kesgitlemek üçin, haýsy titrleme ulanylýar:

a) göni titrleme;
b) yzyna titrleme;
ç) gytaklaýyn titrleme.

59. Täze taýýarlanan $KMnO_4$ erginini haçan ulanyp bolýar:

a) şol bada;
b) birnäçe günden soň;
ç) tapawudy ýok.

60. $KMnO_4$ okislendirijisi işçi erginiň sredasyna baglymy:

a) bagly;
b) bagly däl;
ç) tapawudy ýok.

61. Permanganatometriýa usulynda $KMnO_4$ bilen okislenmeýän maddalary kesgitlemek üçin haýsy titrleme ulanylýar:

a) göni titrleme;
b) yzyna titrleme;
ç) gytaklaýyn titrleme.

62. Ýodometriýa usulynda haýsy reaksiýa ulanylýar:

a) $2I^- - 2e \rightarrow 2I^-$;
b) $I_2 + 2e \rightarrow 2I^-$;
ç) $I_2 \rightarrow 2I$.

63. Ýodometriýada I_2-niň gaýtaryjysy hökmünde haýsy madda ulanylýar:
a) $Na_2S_2O_3$;
b) Na_2SO_4;
ç) $Na_2S_4O_6$.
64. Ýodometriýada indikator hökmünde haýsy madda ulanylýar:
a) želatin;
b) krahmal;
ç) gliserin.
65. Ýodometriýada $Na_2S_2O_3$ erginiň titrini kesgitlemek üçin şularyň haýsysy ulanylýar:
a) $KMnO_4$;
b) K_2CrO_4;
ç) $K_2Cr_2O_7$.
66. Kristal ýod suwda nähili ereýär:
a) gowy ereýär;
b) az ereýär;
ç) eremeýär.
67. I_2 kristallary KI ergininde ereýärmi:
a) gowy ereýär;
b) az ereýär;
ç) eremeýär.
68. Ýodometriýada $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ üçin şularyň haýsy dogry:

a) $E_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O} = M_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O}$;

b) $E_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O} = \frac{M_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O}}{2}$;

ç) $E_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O} = \frac{M_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O}}{3}$.

Bu ýerde E-ekwiwalent, M-molekulýar massa.
69. Ýodometriýada yzyna titrlemek usuly ulanylýarmy:
a) ulanylýar;
b) ulanylmaýar;
ç) näbelli.
70. Ýodometriýada indikatorynyň krahmal reňki haýsy reňki berýär:
a) gyzyl;
b) sary;
ç) gök.
71. Ýodometriýada yzyna titrlemek usulyny ulanmak üçin I_2 erginini nähili guýmaly:
a) gereginden az;

b) gereginden artyk;
ç) tapawudy ýok.
72. Kompleksometriýa usulynda şularyň haýsy ulanylýar:
a) tiosulfat;
b) trilon B;
ç) krahmal.
73. Şu ionlaryň haýsysynyň analizinde kompleksometriýa usuly ulanylýar:
a) Ca^{2+};
b) Na^{+};
ç) Li^{+}.
74. Kompleksonometriýada şu indikatorlaryň haýsysy ulanylýar:
a) fenolftaleýin;
b) lakmus;
ç) mureksid.
75. Kompleksonometriýada şu indikatorlaryň haýsysy ulanylýar:
a) hromogen gara;
b) metil melewşe;
ç) fenolftalein.
76. Kompleksonometriýada Mg^{2+}-ionyny mureksid indikatoryny ulanyp kesgitläp bolýarmy:
a) bolmaýar;
b) bolýar;
ç) näbelli.
77. Trilon B reaktiwiň ekwiwalentiniň haýsysy tapylyşy dogry:
a) $\frac{Mm}{1}$;
b) $\frac{Mm}{2}$;
c) $\frac{Mm}{3}$.
Bu ýerde Mm-molekulýar massa.
78. Suwuň talhlygyny kesgitlemekde haýsy titrleýji madda ulanylýar:
a) ýod;
b) tiosulfat;
ç) Trilon B.
79. Suwuň talhlygyny şularyň haýsysy döredýär:
a) Na^{+};
b) Mg^{2+};
ç) Fe^{2+}.

17*

80. Kompleksonometriýa usulyna erginiň pH-nyň täsiri barmy:
a) bar;
b) ýok;
ç) tapawudy ýok.
81. Kompleksonometriýa usulyna hromogen gara indikatory ulanylanda şularyň haýsysy titrlenýär:
a) diňe Mg^{2+};
b) diňe Ca^{2+};
ç) Mg^{2+} we Ca^{2+} bilelikde.
82. Suwuň talhlygy şu ululyklaryň haýsysynda aňladylýar:
a) mg/ℓ;
b) mg-ekw/ℓ;
ç) g/ℓ.
83. Agram analizinde SO_4^{2-} -ionyny kesgitlemek üçin çökdüriji hökmünde şularyň haýsysy ulanylýar:
a) Ca^{2+};
b) Mg^{2+};
ç) Ba^{2+}.
84. Agram analizinde haýsy terezi ulanylýar:
a) tehniki;
b) analitiki;
ç) tapawudy ýok.
85. Erginlerde Cl^--ionyny kesgitlemek üçin şularyň haýsysy ulanylýar:
a) Zn^+;
b) Fe^{3+};
ç) Ag^+.
86. Agram analizinde maddanyň massasyny oturdan soň näçe belgä çenli çekip almaly:
a) 2 belgä;
b) 3 belgä;
ç) 4 belgä.
87. Agram analizinde Fe^{3+} –yň çökdürilýän formasy haýsy:
a) Fe_2O_3;
b) $Fe(OH)_3$;
ç) $FeCl_3$.
88. Agram analizinde Fe^{3+}-yň terezide çekilýän formasy haýsy:
a) Fe_2O_3;
b) $Fe(OH)_3$;
ç) $FeCl_3$.
89. Agram analizinde çöküdini şularyň haýsysynda ýokary temperaturada köýdürmeli:
a) guradyjy şkafda;
b) eksikatorda;
ç) mufel pejinde.

90. $BaSO_4$ çökündisi kislotada ereýärmi:
a) ereýär;
b) eremeýär;
ç) näbelli.
91. Suwuň gury galyndysyny haýsy temperaturada guratmak arkaly kesgitleýärler:
a) 110^0C;
b) 500^0C;
ç) 800^0C.
92. Atom-absorbsiýa usuly şularyň haýsysyna degişli:
a) hromatografiýa;
b) spektral;
ç) elektrohimiýa.
93. Şu elementleriň haýsysyny ýalynly fotometriýa bilen kesgitläp bolýar:
a) Na;
b) Fe;
ç) Al.
94. Erginleriň wodorod görkezijisi haýsy usul bilen ölçenilýär:
a) spektral;
b) potensiometriýa;
ç) hromatografiýa.
95. Demir elementini ýalynly fotometriýa usuly bilen kesgitläp bolýarmy:
a) bolýar;
b) bolmaýar;
ç) näbelli.
96. Natriý elementini hromatografiýa usuly bilen kesgitläp bolýarmy:
a) bolýar;
b) bolmaýar;
ç) tapawudy ýok.
97. Tebigi gazyň düzümini haýsy usul bilen kesgitläp bolýar:
a) potensiometriýa;
b) fotometriýa;
ç) hromatografiýa.
98. Ion-selektiw elektrodlary haýsy usulda ulanýarlar:
a) hromatografiýa;
b) ionometriýa;
ç) fotometriýa.
99. KFK-2 guraly haýsy usula degişli:
a) fotokolorimetriýa;
b) hromatografiýa;
ç) spektral.

Testleriň dogry jogaplary

№	Jogaby	№	Jogaby	№	Jogaby	№	Jogaby
1	**ç**	27	**a**	53	**b**	79	**b**
2	**b**	28	**a**	54	**ç**	80	**a**
3	**b**	29	**b**	55	**b**	81	**ç**
4	**b**	30	**b**	56	**b**	82	**b**
5	**b**	31	**a**	57	**a**	83	**ç**
6	**b**	32	**a**	58	**b**	84	**b**
7	**ç**	33	**ç**	59	**b**	85	**ç**
8	**a**	34	**a**	60	**a**	86	**ç**
9	**a**	35	**a**	61	**ç**	87	**ç**
10	**b**	36	**b**	62	**b**	88	**b**
11	**b**	37	**b**	63	**a**	89	**a**
12	**ç**	38	**a**	64	**b**	90	**ç**
13	**ç**	39	**a**	65	**ç**	91	**b**
14	**a**	40	**b**	66	**b**	92	**a**
15	**b**	41	**ç**	67	**a**	93	**b**
16	**a**	42	**a**	68	**a**	94	**a**
17	**ç**	43	**a**	69	**a**	95	**b**
18	**b**	44	**b**	70	**ç**	96	**b**
19	**b**	45	**b**	71	**b**	97	**b**
20	**a**	46	**ç**	72	**b**	98	**ç**
21	**ç**	47	**ç**	73	**a**	99	**b**
22	**b**	48	**b**	74	**ç**	100	**a**
23	**b**	49	**b**	75	**a**		
24	**b**	50	**a**	76	**a**		
25	**ç**	51	**a**	77	**b**		
26	**b**	52	**ç**	78	**ç**		

Logarifmler

Sanlar	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proporsional bölekler								
											1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374	4	8	12	17	21	25	29	33	37
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	4	8	11	15	19	23	27	30	34
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	3	7	10	14	17	21	24	28	31
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	3	6	10	13	16	19	23	26	29
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732	3	6	9	12	15	18	21	24	27
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014	3	6	8	11	14	17	20	22	25
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279	3	5	8	11	13	16	18	21	24
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529	2	5	7	10	12	15	17	20	22
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765	2	5	7	9	12	14	16	19	21
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989	2	4	7	9	11	13	16	18	20
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201	2	4	6	8	11	13	15	17	19
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598	2	4	6	8	10	12	14	15	17
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784	2	4	6	7	9	11	13	15	17
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	2	4	5	7	9	11	12	14	16
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	2	3	5	7	9	10	12	14	15
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298	2	3	5	7	8	10	11	13	15
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	2	3	5	6	8	9	11	13	14
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609	2	3	5	6	8	9	11	12	14
29	4624	4639	4654	4669	4683	4689	4713	4728	4742	4757	1	3	4	6	7	9	10	12	13
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	1	3	4	6	7	9	10	11	13
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	1	3	4	6	7	8	10	11	12
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172	1	3	4	5	7	8	9	11	12
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302	1	3	4	5	6	8	9	10	12
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	1	3	4	5	6	8	9	10	11
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	1	2	4	5	6	7	9	10	11
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	1	2	4	5	6	7	8	10	11
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	1	2	3	5	6	7	8	9	10
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	1	2	3	5	6	7	8	9	10
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	1	2	3	4	5	7	8	9	10
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	1	2	3	4	5	6	8	9	10
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	1	2	3	4	5	6	7	8	9

45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	1	2	3	4	5	6	7	7	8
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	1	2	3	4	5	5	6	7	8
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	1	2	3	4	4	5	6	7	8
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	1	2	3	4	4	5	6	7	8
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	1	2	3	3	4	5	6	7	8
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	1	2	3	3	4	5	29	7	8
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	1	2	2	3	4	5	29	7	7
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	1	2	2	3	4	5	29	6	7
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	1	2	2	3	4	5	29	6	7
55	7404	7412	7419	7427	7435	7442	7451	7459	7466	7474	1	2	2	3	4	5	5	6	7
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	1	2	2	3	4	5	5	6	7
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627	1	2	2	3	4	5	5	6	7
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	1	1	2	3	4	4	5	6	7
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	1	1	2	3	4	4	5	6	7
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	1	2	3	3	4	5	5	6
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	1	1	2	3	3	4	5	5	6
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	1	1	2	3	3	4	5	5	6
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	1	1	2	3	3	4	5	5	6
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	1	1	2	3	3	4	5	5	6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	1	1	2	3	3	4	4	5	6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	1	1	2	2	3	4	4	5	6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	1	1	2	2	3	4	4	5	5
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	1	1	2	2	3	4	4	5	5
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1	1	2	2	3	4	4	5	5
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	1	1	2	2	3	4	4	5	5
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	1	1	2	2	3	3	4	5	5
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	1	1	2	2	3	3	4	5	5
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	1	1	2	2	3	3	4	4	5
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	1	1	2	2	3	3	4	4	5
79	8976	8982	8997	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	1	1	2	2	3	3	4	4	5
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	1	1	2	2	3	3	4	4	5
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	1	1	2	2	3	3	4	4	5

82	**9138**	**9143**	**9149**	**9154**	**9159**	**9165**	**9170**	**9175**	**9180**	**9186**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**	**5**
83	**9191**	**9196**	**9201**	**9206**	**9212**	**9217**	**9222**	**9227**	**9232**	**9238**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**	**5**
84	**9243**	**9248**	**9253**	**9258**	**9263**	**9269**	**9274**	**9279**	**9284**	**9289**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**	**5**
85	**9294**	**9299**	**9304**	**9309**	**9315**	**9320**	**9325**	**9330**	**9335**	**9340**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**	**5**
86	**9345**	**9350**	**9355**	**9360**	**9365**	**9370**	**9375**	**9380**	**9385**	**9390**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**	**5**
87	**9395**	**9400**	**9405**	**9410**	**9415**	**9420**	**9425**	**9430**	**9435**	**9440**	**0**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**
88	**9445**	**9450**	**9455**	**9460**	**9465**	**9469**	**9474**	**9479**	**9484**	**9489**	**0**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**
89	**9494**	**9499**	**9504**	**9509**	**9513**	**9518**	**9523**	**9528**	**9533**	**9538**	**0**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**
90	**9542**	**9547**	**9552**	**9557**	**9562**	**9566**	**9571**	**9576**	**9581**	**9586**	**0**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**
91	**9590**	**9595**	**9600**	**9605**	**9609**	**9614**	**9619**	**9624**	**9628**	**9633**	**0**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**
92	**9638**	**9643**	**9647**	**9652**	**9657**	**9661**	**9666**	**9671**	**9675**	**9680**	**0**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**
93	**9685**	**9689**	**9694**	**9699**	**9703**	**9708**	**9713**	**9717**	**9722**	**9727**	**0**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**
94	**9731**	**9736**	**9741**	**9745**	**9750**	**9754**	**9759**	**9763**	**9768**	**9773**	**0**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**
95	**9777**	**9782**	**9786**	**9791**	**9795**	**9800**	**9805**	**9809**	**9814**	**9818**	**0**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**
96	**9823**	**9827**	**9832**	**9836**	**9841**	**9845**	**9850**	**9854**	**9859**	**9863**	**0**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**
97	**9868**	**9872**	**9877**	**9881**	**9886**	**9890**	**9894**	**9899**	**9903**	**9908**	**0**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**
98	**9912**	**9917**	**9921**	**9926**	**9930**	**9934**	**9939**	**9943**	**9948**	**9952**	**0**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**
99	**9956**	**9961**	**9965**	**9969**	**9974**	**9978**	**9983**	**9987**	**9991**	**9996**	**0**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**

Antilogarifmler

Loga-rifmler	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**Proporsional bölekler**								
											1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
.00	**1000**	**1002**	**1005**	**1007**	**1009**	**1012**	**1014**	**1016**	**1019**	**1021**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**
.01	**1023**	**1026**	**1028**	**1030**	**1033**	**1035**	**1038**	**1040**	**1042**	**1045**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**
.02	**1047**	**1050**	**1052**	**1054**	**1057**	**1059**	**1062**	**1064**	**1067**	**1069**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**
.03	**1072**	**1074**	**1076**	**1079**	**1081**	**1084**	**1086**	**1089**	**1091**	**1094**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**
.04	**1096**	**1099**	**1102**	**1104**	**1107**	**1109**	**1112**	**1114**	**1117**	**1119**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**2**
.05	**1122**	**1125**	**1127**	**1130**	**1132**	**1135**	**1138**	**1140**	**1143**	**1146**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**2**
.06	**1148**	**1151**	**1153**	**1156**	**1159**	**1161**	**1164**	**1167**	**1169**	**1172**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**2**
.07	**1175**	**1178**	**1180**	**1183**	**1186**	**1189**	**1191**	**1194**	**1197**	**1199**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**2**
.08	**1202**	**1205**	**1208**	**1211**	**1213**	**1216**	**1219**	**1222**	**1225**	**1227**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**3**
.09	**1230**	**1233**	**1236**	**1239**	**1242**	**1245**	**1247**	**1250**	**1253**	**1256**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**3**
.10	**1259**	**1262**	**1265**	**1268**	**1271**	**1274**	**1276**	**1279**	**1282**	**1285**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**3**
.11	**1288**	**1291**	**1294**	**1297**	**1300**	**1303**	**1306**	**1309**	**1312**	**1315**	**0**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**2**	**3**
.12	**1318**	**1321**	**1324**	**1327**	**1330**	**1334**	**1337**	**1340**	**1343**	**1346**	**0**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**2**	**3**
.13	**1349**	**1352**	**1355**	**1358**	**1361**	**1365**	**1368**	**1371**	**1374**	**1377**	**0**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**3**	**3**
.14	**1380**	**1384**	**1387**	**1390**	**1393**	**1396**	**1400**	**1403**	**1406**	**1409**	**0**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**3**	**3**

.15	1413	1416	1419	1422	1426	1429	1432	1435	1439	1442	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.16	1445	1449	1452	1455	1459	1462	1466	1469	1472	1476	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.17	1479	1483	1486	1489	1493	1496	1500	1503	1507	1510	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.18	1514	1517	1521	1524	1528	1531	1535	1538	1542	1545	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.19	1549	1552	1556	1560	1563	1567	1570	1574	1578	1581	0	1	1	1	2	2	3	3	3
.20	1585	1589	1592	1596	1600	1603	1607	1611	1614	1618	0	1	1	1	2	2	3	3	3
.21	1622	1626	1629	1633	1637	1641	1644	1648	1652	1656	0	1	1	2	2	2	3	3	3
.22	1660	1663	1667	1671	1675	1679	1683	1687	1690	1694	0	1	1	2	2	2	3	3	3
.23	1698	1702	1706	1710	1714	1718	1722	1726	1730	1734	0	1	1	2	2	2	3	3	4
.24	1738	1742	1746	1750	1754	1758	1762	1766	1770	1774	0	1	1	2	2	2	3	3	4
.25	1778	1782	1786	1791	1795	1799	1803	1807	1811	1816	0	1	1	2	2	2	3	3	4
.26	1820	1824	1828	1832	1837	1841	1845	1849	1854	1858	0	1	1	2	2	3	3	3	4
.27	1862	1866	1871	1875	1879	1884	1888	1892	1897	1901	0	1	1	2	2	3	3	3	4
.28	1905	1910	1914	1919	1923	1928	1932	1936	1941	1945	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.29	1950	1954	1959	1963	1968	1972	1977	1982	1986	1991	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.30	1995	2000	2004	2009	2014	2018	2023	2028	2032	2037	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.31	2042	2046	2051	2056	2061	2065	2070	2075	2080	2084	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.32	2089	2094	2099	2104	2109	2113	2118	2123	2128	2133	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.33	2138	2143	2148	2153	2158	2163	2168	2173	2178	2183	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.34	2188	2193	2198	2203	2208	2213	2218	2223	2228	2234	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.35	2239	2244	2249	2254	2259	2265	2270	2275	2280	2286	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.36	2291	2296	2301	2307	2312	2317	2323	2328	2333	2339	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.37	2344	2350	2335	2360	2366	2371	2377	2382	2388	2393	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.38	2399	2404	2410	2415	2421	2427	2432	2438	2443	2449	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.39	2455	2460	2466	2472	2477	2483	2489	2495	2500	2506	1	1	2	2	3	3	4	5	5
.40	2512	2518	2523	2529	2535	2541	2547	2553	2559	2564	1	1	2	2	3	4	4	5	5
.41	2570	2576	2582	2588	2594	2600	2606	2612	2618	2624	1	1	2	2	3	4	4	5	5
.42	2630	2636	2642	2649	2655	2661	2667	2673	2679	2685	1	1	2	2	3	4	4	5	6
.43	2692	2698	2704	2710	2716	2723	2729	2735	2742	2748	1	1	2	3	3	4	4	5	6
.44	2754	2761	2767	2773	2780	2786	2793	2799	2805	2812	1	1	2	3	3	4	4	5	6
.45	2818	2825	2831	2838	2844	2851	2858	2864	2871	2877	1	1	2	3	3	4	5	5	6
.46	2884	2891	2897	2904	2911	2917	2924	2931	2938	2944	1	1	2	3	3	4	5	5	6
.47	2951	2958	2965	2972	2979	2985	2992	2999	3006	3013	1	1	2	3	3	4	5	5	6
.48	3020	3027	3034	3041	3048	3055	3062	3069	3076	3083	1	1	2	3	4	4	5	6	6
.49	3090	3097	3105	3112	3119	3126	3133	3141	3148	3155	1	1	2	3	4	4	5	6	6
.50	3162	3170	3177	3184	3192	3199	3206	3214	3221	3228	1	1	2	3	4	4	5	6	7
.51	3236	3243	3251	3258	3266	3273	3281	3289	3296	3304	1	2	2	3	4	5	5	6	7

.52	3311	3319	3327	3334	3342	3350	3357	3365	3373	3381	1	2	2	3	4	5	5	6	7
.53	3388	3396	3404	3412	3420	3428	3436	3443	3451	3459	1	2	2	3	4	5	6	6	7
.54	3467	3475	3483	3491	3499	3508	3516	3524	3532	3540	1	2	2	3	4	5	6	6	7
.55	3548	3556	3565	3573	3581	3589	3597	3606	3614	3622	1	2	2	3	4	5	6	7	7
.56	3631	3639	3648	3656	3664	3673	3681	3690	3698	3707	1	2	3	3	4	5	6	7	8
.57	3715	3724	3733	3741	3750	3758	3767	3776	3784	3793	1	2	3	3	4	5	6	7	8
.58	3802	3811	3819	3828	3837	3846	3855	3864	3873	3882	1	2	3	4	4	5	6	7	8
.59	3890	3899	3908	3917	3926	3936	3945	3954	3963	3972	1	2	3	4	5	5	6	7	8
.60	3981	3990	3999	4009	4018	4027	4036	4046	4055	4064	1	2	3	4	5	6	6	7	8
.61	4074	4083	4093	4102	4111	4121	4130	4140	4150	4159	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.62	4169	4178	4188	4198	4207	4217	4227	4236	4246	4256	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.63	4266	4276	4285	4295	4305	4315	4325	4335	4345	4355	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.64	4365	4375	4385	4395	4406	4416	4426	4436	4446	4457	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.65	4467	4477	4487	4498	4508	4519	4529	4539	4550	4560	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.66	4571	4581	4592	4603	4613	4624	4634	4645	4656	4667	1	2	3	4	2	6	7	9	10
.67	4677	4688	4699	4710	4721	4732	4742	4753	4764	4775	1	2	3	4	2	7	8	9	10
.68	4786	4797	4808	4819	4831	4842	4853	4864	4875	4887	1	2	3	4	6	7	8	9	10
.69	4898	4909	4920	4932	4943	4955	4966	4977	4989	5000	1	2	3	5	6	7	8	9	10
.70	5012	5023	5035	5047	5058	5070	5082	5093	5105	5117	1	2	4	5	6	7	8	9	10
.71	5129	5140	5152	5164	5176	5188	5200	5212	5224	5236	1	2	4	5	6	7	8	10	11
.72	5248	5260	5272	5284	5297	5309	5321	5333	5376	5358	1	2	4	5	6	7	9	10	11
.73	5370	5383	5395	5408	5420	5433	5445	5458	5470	5483	1	2	4	5	6	8	9	10	11
.74	5495	5508	5521	5534	5546	5559	5572	5585	5598	5610	1	2	4	5	6	8	9	10	12
.75	5623	5636	5649	5662	5675	5689	5702	5715	5728	5741	1	3	4	5	7	8	9	10	12
.76	5754	5768	5781	5794	5808	5821	5834	5848	5861	5875	1	3	4	5	7	8	9	11	12
.77	5888	5902	5916	5929	5943	5957	5970	5984	5998	6012	1	3	4	5	7	8	10	11	12
.78	6026	6039	6053	6067	6081	6095	6109	6124	6138	6152	1	3	4	6	7	8	10	11	13
.79	6166	6180	6194	6209	6223	6237	6252	6266	6281	6295	1	3	4	6	7	9	10	11	13
.80	6310	6324	6339	6353	6368	6383	6397	6412	6427	6442	1	3	4	6	7	9	10	12	13
.81	6457	6471	6486	6501	6216	6531	6546	6561	6577	6592	2	3	5	6	8	9	11	12	14
.82	6607	6622	6637	6653	6668	6683	6699	6714	6730	6745	2	3	5	6	8	9	11	12	14
.83	6761	6776	6792	6808	6823	6839	6855	6871	6887	6902	2	3	5	6	8	9	11	13	14
.84	6918	6934	6950	6966	6982	6998	7015	7031	7047	7063	2	3	5	6	8	10	11	13	15
.85	7079	7096	7112	7129	7145	7161	7178	7194	7211	7228	2	3	5	7	8	10	12	13	15
.86	7244	7261	7278	7295	7311	7328	7345	7362	7379	7396	2	3	5	7	8	10	12	13	15
.87	7413	7430	7447	7464	7482	7499	7516	7534	7551	7568	2	3	5	7	9	10	12	14	16
.88	7586	7603	7621	7638	7656	7674	7691	7709	7727	7745	2	4	5	7	9	11	12	14	16

.89	**7762**	**7780**	**7798**	**7816**	**7834**	**7852**	**7870**	**7889**	**7907**	**7925**	**2**	**4**	**5**	**7**	**9**	**11**	**13**	**14**	**16**
.90	**7943**	**7962**	**7980**	**7998**	**8017**	**8035**	**8054**	**8072**	**8091**	**8110**	**2**	**4**	**6**	**7**	**9**	**11**	**13**	**15**	**17**
.91	**8128**	**8147**	**8166**	**8185**	**8204**	**8222**	**8241**	**8260**	**8279**	**8299**	**2**	**4**	**6**	**8**	**9**	**11**	**13**	**15**	**17**
.92	**8318**	**8337**	**8356**	**8375**	**8395**	**8414**	**8433**	**8453**	**8472**	**8492**	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**	**15**	**17**
.93	**8511**	**8531**	**8551**	**8570**	**8590**	**8610**	**8630**	**8650**	**8670**	**8690**	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**	**18**
.94	**8710**	**8730**	**8750**	**8770**	**8790**	**8810**	**8831**	**8851**	**8872**	**8892**	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**	**18**
.95	**8913**	**8933**	**8954**	**8974**	**8995**	**9016**	**9036**	**9057**	**9078**	**9099**	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**	**12**	**15**	**17**	**19**
.96	**9120**	**9141**	**9162**	**9183**	**9204**	**9226**	**9247**	**9268**	**9290**	**9311**	**2**	**4**	**6**	**8**	**11**	**13**	**15**	**17**	**19**
.97	**9333**	**9354**	**9376**	**9397**	**9419**	**9441**	**9462**	**9484**	**9506**	**9528**	**2**	**4**	**7**	**9**	**11**	**13**	**15**	**17**	**20**
.98	**9550**	**9572**	**9594**	**9616**	**9638**	**9661**	**9683**	**9705**	**9727**	**9750**	**2**	**4**	**7**	**9**	**11**	**13**	**16**	**18**	**20**
.99	**9772**	**9795**	**9817**	**9840**	**9863**	**9886**	**9908**	**9931**	**9954**	**9977**	**2**	**5**	**7**	**9**	**11**	**14**	**16**	**18**	**20**

PEÝDALANYLAN EDEBIÝATLAR

1. *Gurbanguly Berdimuhamedow.* «Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, halky söýmek bagtdyr». Aşgabat, 2007.

2. *Gurbanguly Berdimuhamedow.* Ösüşiň täze belentliklerine tarap, saýlanan eserler 1,2. Aşgabat, 2008; 2009.

3. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry Milli maksatnamasy», 2003.

4. *H.Ýowjanow.* Inžener himiýasy. Aşgabat, «Ylym», 2003.

5. *H.Ýowjanow.* Umumy we analitiki himiýadan meseleler. Aşgabat, 2008.

6. *Б.В.Некрасов.* Основы общей химии. М., 1973., Т. I-II-III.

7. *Н.Л.Глинка.* Общая химия. М., 1985.

8. *Н.С.Ахметов.* Органическая химия. М., 1981.

9. *А.П.Крешков.* Основы аналитической химии. М., 1977. Т. I-II-III.

10. *В.Н.Алексеев.* Количественный анализ. М., 1972.

11. Физико-химические методы анализа. Под ред. В.Б.Алесковского. М., 1989.

12. *С.Е.Гольбрайх.* Сборник задач и упражнений по химии. М., 1984.

13. *Н.Л.Глинка*. Задачи и упражнения по общей химии. М., 1986.

14. *А.А.Ярославцев.* Сборник задач и упражнений по аналитической химии. М., 1968.

15. Сборник вопросов и задач по аналитической химии. Под ред. В.П.Васильева. М., 1976.

16. *П.И.Воскресенский.* Техника лабораторных работ. М., 1975.

MAZMUNY

Giriş 7

I bap. Analitiki himiýanyň nazary esaslary

1. Analitiki himiýanyň ösüşiniň gysgaça taryhy. Esasy düşünjeler 9
2. Himiki deňagramlylyk. Himiki reaksiýalaryň tipleri 14
3. Suw erginlerindäki deňagramlylyk. Gomogen sistemalaryň wodorod görkezijisi (pH) 20
4. Bufer erginlerindäki deňagramlylyk 26
5. Duzlaryň gidrolizi 31
6. Ergin we çökündi arasyndaky deňagramlylyk. Ereýjiligiň köpeltmek hasyly (EKH) 38
7. Kompleks birleşmeler 45
8. Analitiki himiýada okislenme-gaýtarylma reaksiýalaryň nazaryýeti 51
9. Hil analiziniň himiki we fiziki-himiki usullary 58
10. Mukdar analizi. 61
11. Göwrüm analizi. Neýtrallaşdyrma usuly 64
12. Takyk konsentrasiýaly erginleri taýýarlamaklygyň hasaplamalary 67
13. Okislenme-gaýtarylma usullary 70
14. Permanganatometriýa usuly 74
15. Ýodometriýa usuly 76
16. Kompleksometriýa usuly 82
17. Agram analizi 88
18. Instrumental analiz. Analiziň fiziki-himiki usullary 91
19. Analiziň netijelerini statistiki taýdan işlemek 93
20. Analiziň optiki usullary. Analiziň fotometriki usullary (fotokolorimetriýa, spektrofotometriýa) 95
21. Elektrohimiki usullar 98
22. Analiziň spektral usullary 106
23. Atom-absorbsiýa usuly 109
24. Analiziň hromatografiýa usullary 111

II bap. Mukdar analizinden çözgütli meseleler

1. Göwrüm analizi 115
2. Erginleriň pH-yny kesgitlemek 129
3. Erginleriň ion güýjüni (μ-de) hasaplamak 134
4. Çökündileriň ereýjiligi 142
5. Agram analizi 152
6. Analiziň netijelerini oksidler görnüşinde aňlatmak 156
7. Analiziň netijelerini milligram-ekwiwalentlerde (mg-ekw/l) we %-de aňlatmak 158
8. Analiziň netijelerini duzuň mukdaryna geçirmek 161
9. Empirik (iň ýönekeý) formulalaryň hasaplanyşy 164
10. Sanlary logarifmirlemegiň usulyýeti 165

III bap. Analitiki himiýadan laboratoriýa işleriniň usulyýetleri

Laboratoriýa işlerini ýerine ýetirmekligiň düzgünleri we enjamlary 171
1-nji laboratoriýa işi. Hil analizi. 173
2-nji laboratoriýa işi. Anionlaryň hil analizi. 175
3-nji laboratoriýa işi. Kationlaryň hil analizi. 178
Kationlaryň I analitiki topary 179
Kationlaryň II analitiki topary 184
Kationlaryň III analitiki topary 190
4-nji laboratoriýa işi. Mukdar analizi 198
5-nji laboratoriýa işi. Neýtrallaşdyrmak (kislota-esas) usuly. 200
6-njy laboratoriýa işi. Permanganatometriýa usuly. 206
7-nji laboratoriýa işi. Iodometriýa usuly. 210
8-nji laboratoriýa işi. Kompleksonometriýa usuly. 215
9-njy laboratoriýa işi. Hlor-ionynyň konsentrasiýasyny kesgitlemegiň argentometriki usuly. 218
10-njy laboratoriýa işi. Gury galyndyny kesgitlemek usuly. 219
11-nji laboratoriýa işi. Sulfat-ionyny (SO_4^{2-}) kesgitlemek 221

IV bap. Goşundylar (maglumatnamalar)

V bap. Attestasiýa üçin testler

Peýdalanylan edebiýatlar 269

Hojanepes Ýowjanow

ANALITIKI HIMIÝA

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw gollanmasy

Redaktor	*A.Aşyrowa*
Surat redaktory	*G. Orazmyradow*
Teh. redaktory	*T. Aslanowa*
Suratçy	*Ý. Peskowa*
Neşir üçin jogapkär	*R. Nurow*

Ýygnamaga berildi 22.02.2010. Çap etmäge rugsat edildi 12.07.2010.
Möçberi 60x90 1/16. Ofset kagyzy. Edebi garniturasy.
Ofset çap ediliş usuly. Şertli çap listi 17,0. Şertli reňkli ottiski 41,31.
Hasap-neşir listi 13,62. Çap listi 17,0. Sargyt 1392. Sany 1000.

Türkmen döwlet neşirýat gullugy.
744004. Aşgabat, 1995-nji köçe, 20.

Türkmen döwlet neşirýat gullugy.
Lebap welaýat çaphanasy
746100. Türkmenabat ş. Bitarap Türkmenistan köç., 105.