

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: $[\text{H}^+] = 0,04 \text{ N}$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 0,04 = -\lg 4 \cdot 10^{-2} = -(0,6-2) = 1,4 .$$

b) $[\text{OH}^-] = 0,005 = 5 \cdot 10^{-3}$

$$\text{pOH} = -\lg [\text{OH}^-] = -\lg 5 \cdot 10^{-3} = -(0,7-3) = 2,3$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,3 = 11,7 .$$

33-nji mesele.

Eger erginiň $\text{pH} = 3,1$ bolsa hasaplamaly:

a) $[\text{H}^+]$;

b) 1 litr ergi ndäki H^+ -yň mukdaryny

Çözülişi:

a) $\lg[\text{H}^+] = -3,1 = -3 - 0,1$ sebäbi

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} .$$

Otrisetel mantissany položitele geçirmek üçin mantisa bir-bada (+1); karakteristika bolsa, (-1)-i goşmaýy: $\lg [\text{H}^+] = -3 - 0,1 = -4 + 0,9 = -4,9$.

Bu ýerden antilogarifmirlesek alarys: $[\text{H}^+] = 7,9 \cdot 10^{-4}$ g-ion/ ℓ .

Muny başgaça hem tapyp bolýar: $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$.

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

$$\lg [\text{H}^+] = -3,1 = -4,9; \text{ onda}$$

$$[\text{H}^+] = 7,9 \cdot 10^{-4} \text{ g-ion}/\ell .$$

b) $[\text{H}^+]$ -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 $\text{pH} = 12,2$ bolsa, onda $[\text{OH}^-]$ kesgitlemeli.

Çözülüşi:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 12,2 = 1,8$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$$

$$\lg [\text{OH}^-] = -\text{pOH} = -1,8 = -2,2; \text{ onda}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ g-ion/l}.$$

35-nji mesele.

$[\text{H}^+]$ näçe esse üýtgär, eger pH ulalsa:

a) 1- e;

b) 0,2 -ä.

Çözülüşi:

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; c) 21 ml.

Çözülüşi:

a) 1 ml garyndyda bar:

$$[\text{H}^+] = \frac{20 \cdot 0,2 - 17 \cdot 0,2}{20 + 17} = 0,0162 \text{ mg-ekw HCl}.$$

Onda:

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

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\lg 0,0162 = -\lg 1,62 \cdot 10^{-2} = -(\lg 1,62 - \lg 10^{-2}) = \\ &= -(0,2068 + 2) = 1,79. \end{aligned}$$

b) ergin neýtral $\text{pH} = 7$

c) 1 ml garyndyda bar

$$[\text{OH}^-] = \frac{20 \cdot 0,2 - 21 \cdot 0,2}{20 + 21} = 0,0049,0 \text{ mg-ekw NaOH}$$

$$\text{pOH} = -\lg 0,0049 = 2,3;$$

$$\text{pH} = 11,7.$$

37-nji mesele.

0,1 N HCl ergini 0,1 N NaOH ergini bilen titrlenende 80% neýtrallaşypdyr. Alnan erginiň pH-yny hasaplamaly.

Çözülüşi:

Kislotanyň galyndysy $100 - 80 = 20\%$.

$$\text{Şonuň üçin } [\text{H}^+] = \frac{0,1 \cdot 0,20}{1 + 0,80} = 0,0111$$

$$\text{pH} = -\lg 0,0111 = 1,95.$$

38-nji mesele.

Dissosiasiyasy 4,2% bolan 0,01 N uksus kislotasynyň ergininiň pH-yny hasaplamaly.

Çözülüşi:

$$[\text{H}^+] = 0,01 \cdot \frac{4,2}{100} = 0,01 \cdot 0,042 = 4,2 \cdot 10^{-4}$$

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

39-njy mesele.

0,1N CH_3COOH kislotasynyň dissosiasiya hemişeligi $1,8 \cdot 10^{-5}$ bolandakylary hasaplamaly:

a) pH;

b) dissosiasiya derejesini (a).

Çözülüşi:

a) $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$

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

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

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,1$$

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{0,1}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K \cdot 0,1} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1} = 1,3 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pH} = -\lg 1,3 \cdot 10^{-3} = 2,9$$

$$\text{b) } \alpha = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{0,1} = \frac{[\text{H}^+]}{0,1} = \frac{1,3 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 1,3 \cdot 10^{-2} = 1,3\%.$$

40-njy mesele.

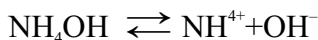
pH = 11,2 bolan NH_4OH ergininiň normallygyny hasaplamaly ($K_{\text{diss}} = 1,75 \cdot 10^{-5}$).

Çözülüşi:

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 11,2 = 2,8$$

$$\lg[\text{OH}^-] = \frac{-1+1}{3,2} = -2,8$$

$$[\text{OH}^-] = 1,58 \cdot 10^{-3}$$



$$[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-]$$

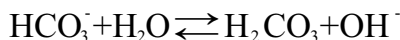
$$K_{\text{NH}_4\text{OH}} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} = \frac{[\text{OH}^-][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]}$$

$$\begin{aligned} [\text{NH}_4\text{OH}] &= \frac{[\text{OH}^-]^2}{K_{\text{NH}_4\text{OH}}} = \frac{[1,58 \cdot 10^{-3}]^2}{1,75 \cdot 10^{-5}} = \frac{2,49 \cdot 10^{-6}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = \\ &= \frac{0,249 \cdot 10^{-5}}{1,74 \cdot 10^{-5}} = 0,142 \text{ N.} \end{aligned}$$

41-nji mesele.

Gidroliz derejesi 0,002 % bolan, 0,1N NaHCO_3 ergininiň pH-yny hasaplamaly.

Çözülüşi:



$$[\text{OH}^-] = \frac{0,1 \cdot 0,002}{100} = 2 \cdot 10^{-6}$$

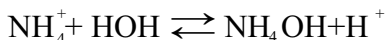
$$\text{pOH} = -\lg [\text{OH}^-] = -\lg 2 \cdot 10^{-6} = 5,7$$

$$\text{pH} = 14 - 5,7 = 8,3.$$

42-nji mesele.

$K_{\text{diss}} \text{NH}_4\text{OH} = 1,75 \cdot 10^{-5}$ bolanda, 0,1 N NH_4Cl ergininiň pH-yny hasaplamaly.

Çözülüşi:



$$K_{\text{gidr}} = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}][\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{NH}_4\text{OH}}} = \frac{10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 5,7 \cdot 10^{-10}$$

$$[\text{NH}_4\text{OH}^-] = [\text{H}^+].$$

Onda : $[\text{NH}_4^+] = 0,1$

$$\text{Onda, } K_{\text{gidr}} = \frac{[\text{H}^+][\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{0,1};$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_{\text{gidr}} \cdot 0,1} = \sqrt{5,7 \cdot 10^{-12} \cdot 0,1} = 7,5 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{pH} = -\lg 7,5 \cdot 10^{-6} = 5,1.$$

43-nji mesele.

0,1 N NaOH ergini bilen, 0,1N CH_3COOH erginiň 80%-i neýtrallaşypdyr. Alnan erginiň pH–y hasaplamaly.

Çözülişi:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}^-] = \frac{0,1 \cdot (1 - 0,8)}{V_0}; [\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{0,1 \cdot 0,08}{V_0}.$$

Bu ýerde V – kislotanyň we aşgaryň garyndysynyň göwrümi, V_0 – alnan kislotanyň göwrümi .

$$[\text{H}^+] = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,20}{0,80} = 4,5 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{pH} = -\lg 4,50 \cdot 10^{-6} = 5,4 .$$

44-nji mesele.

0,1N NH_4Cl gatnaşmagynda 0,1N NaOH ergini bilen, 0,1 N HCl ergininiň titrlemesiniň bökmesini (skaçok) hasaplamaly.

Çözülişi:

$$K_{\text{gidr}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{NH}_4\text{OH}}} = \frac{10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 5,7 \cdot 10^{-10} .$$

Onda, ekwiwalent nokadynda:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_{\text{gidr}} \cdot 0,1} = \sqrt{5,7 \cdot 10^{-12} \cdot 0,1} = 7,5 \cdot 10^{-6} .$$

Onda $\text{pH} = 5,1$

$$\text{NaOH } 0,1\% \text{ ýetmäninde } [\text{H}^+] = \frac{0,1 \cdot 0,1}{100 \cdot 2} = 0,5 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{pH} = -\lg 10^{-4} = 4,3.$$

NaOH 0,1% artykmaç bolanynda degişlilikde, NH_4OH emele gelýär.

$$\text{Onda } [\text{OH}^-] = \frac{1,75 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1 \cdot 0,001 \cdot 2}{2 \cdot 0,1} = 1,75 \cdot 10^{-3}$$

$$- \lg [\text{H}^+] = 8 - 0,24 = 7,76 \sim 7,8$$

$$\text{pH} = 14 - 7,8 = 6,2 .$$

45-nji mesele.

$5,5 \cdot 10^{-3} \text{N HCl}$ ($t = 25^\circ\text{C}$) ergininiň pH-y kesgitlemeli.

Çözülişi:

a) ilki H^+ - ionynyň aktiwligini hasap etmezden diňe konsentrasıyanyň üsti bilen pH-y kesgitleliň:

$$\text{pH} = - \lg [\text{H}^+] = - \lg 5,5 \cdot 10^{-3} = - (\lg 5,5 + \lg 10^{-3}) = - (0,74 - 3) = 2,26 .$$

b) indi pH-y a_{H^+} -ga üsti bilen hasaplalyň.

Ilki erginiň ion güýjüni kesgitleýäris:

$$\mu = \frac{1}{2} (1^2 \cdot 5,5 \cdot 10^{-3} + 1^2 \cdot 5,5 \cdot 10^{-3}) = 5,5 \cdot 10^{-3} .$$

Değişli tablisadan muňa değişli aktiwlik koeffisiyenti $K=0,92$.

$$\text{Onda, } a_{\text{H}^+} = C_{\text{H}^+} \cdot f = 5,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,92 = 5,06 \cdot 10^{-3} \text{ g-ion}/\ell$$

$$\text{pH} = \text{p } a_{\text{H}^+} = - \lg 5,06 \cdot 10^{-3} = 2,29 .$$

Diýmek, tapawut $\text{p } a_{\text{H}^+} - \text{pH} = 2,29 - 2,26 = 0,03$ ýa-da $(0,03/2,29) \cdot 100 = 1,3\%$.

3. ERGINLERIŇ ION GÜYJÜNI (μ -de) HASAPLAMAK

Erginiň ion güýji $\mu = \frac{1}{2} (Z_1^2 \cdot C_1 + Z_2^2 \cdot C_2 + Z_3^2 \cdot C_3 + Z_4^2 \cdot C_4 + \dots + Z_n^2 \cdot C_n)$

Bu ýerde Z – ionyň zaryady, C – onuň konsentrasıyasy.

1) binar erginleri üçin (NaCl , KNO_3 , NH_4Cl)

$$\mu = C$$

Meselem:

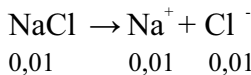
0,01M NaCl ergini üçin

$$\mu = C = 0,01$$

sebäbi

$$\mu = \frac{1}{2} (1^2 \cdot C_{\text{Na}^+} + 1^2 \cdot C_{\text{Cl}^-}) = \frac{1}{2} (1^2 \cdot 0,01 + 1^2 \cdot 0,01) = \frac{1}{2} \cdot 0,02 = 0,01$$

çünki



2) $\text{MeAn}_2(\text{BaCl}_2 \text{ we } \text{ş.m.})$ üçin, $\mu = 3 \cdot C$;

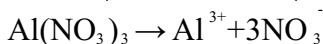
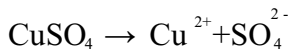
3) $\text{Me}^+ + \text{An}^- (\text{CuSO}_4 \text{ we } \text{ş.m.})$ üçin, $\mu = 4 \cdot C$;

4) $\text{K}_3\text{An}^3 (\text{K}_3\text{PO}_4)$ we $\text{K}^+ \text{An}^- (\text{Al}(\text{NO}_3)_3)$ erginleri üçin $\mu = 6 \cdot C$.

46-njy mesele.

0,005M CuSO_4 we 0,01M $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ saklaýan erginiň ion güýjüni hasaplamaly.

Çözülişi:



$$\begin{aligned} \mu = \frac{1}{2} (2^2 \cdot 0,005 + 2^2 \cdot 0,005 + 3^2 \cdot 0,01 + 1^2 \cdot 0,01 \cdot 3) = \frac{1}{2} (0,02 + 0,02 + \\ + 0,09 + 0,03) = \frac{1}{2} \cdot 0,16 = 0,08. \end{aligned}$$

Ýokardaky ion güýjüniň gysgaldylan usulyny ulansak, hem şol netijäni alarys:

$$\mu = 4 \cdot C_{\text{CaSO}_4} + 6 \cdot C_{\text{Al}(\text{NO}_3)_3} = 4 \cdot 0,005 + 6 \cdot 0,01 = 0,08.$$

Haçanda μ 0,01-den uly bolmadyk ýagdaýynda aktiwlik koeffisiyenti 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 koeffisiyentleri f -e deňdir: $f_{\text{K}^+} = f_{\text{Cl}^-} = 0,70$; iki walentli ion üçin $f_{\text{Ca}^{2+}} = 0,24$.

Onda,

$$a_{\text{Cl}^-} = C_{\text{Cl}^-} \cdot f_{\text{Cl}^-} = C_{\text{CaCl}_2} \cdot n \cdot f_{\text{Cl}^-} = 10^{-4} \cdot 2 \cdot 0,70 = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ g-ion} / \ell$$

$$a_{\text{Ca}^{2+}} = C_{\text{Ca}^{2+}} \cdot f_{\text{Ca}^{2+}} = 10^{-4} \cdot 0,24 = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ g-ion} / \ell.$$

10^{-4} M CaCl_2 ergininiň ion güýji μ deňdir:

$$\mu = \frac{1}{2}(2^2 \cdot C_{\text{Ca}^{2+}} + 1^2 \cdot C_{\text{Cl}^-}) = \frac{1}{2}(2^2 \cdot 10^{-4} + 1^2 \cdot 10^{-4} \cdot 2) = 3 \cdot 10^{-4}$$
$$3 \cdot 10^{-4} \ll 0,2.$$

Şonuň üçin $3 \cdot 10^{-4}$ -i hasaba almasak hem bolýar.

Onda K^+ we CH_3COO^- ionlaryň konsentrasiýalary şeýledir:

$$\mu = C_{\text{duz}}.$$

Onda $C_{\text{K}^+} = C_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 0,2$ g-ion/ ℓ

$$a_{\text{K}^+} = C_{\text{K}^+} \cdot f_{\text{K}^+} = 0,2 \cdot 0,70 = 0,14 \text{ g-ion}/\ell$$

$$a_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = C_{\text{CH}_3\text{COO}^-} \cdot f_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 0,2 \cdot 0,70 = 0,14 \text{ g-ion}/\ell.$$

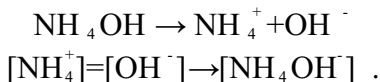
48-nji mesele.

1,0N; 0,1N we 0,01N NH_4OH erginleriniň dissosiasiýa derejesini (α)-ny tapmaly ($K_{\text{NH}_4\text{OH}} = 1,79 \cdot 10^{-5}$).

Çözülişi:

Gowşak elektrolitler şol sanda NH_4OH , ionlara gowşak dargayar.

Ýagny olarda:



Şonuň üçin olarda a we K_{diss} ulanylýar:

Haçanda $\alpha < 0,03$ bolanda,

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_{\text{diss}}}{C}}.$$

Bu ýerde C – konsentrasiýa.

Onda biziň mysalymyz üçin:

$$1) \alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{\frac{1,79 \cdot 10^{-5}}{1,0}} = 4,22 \cdot 10^{-3} \text{ ýa-da } 0,422 \% ;$$

$$2) \alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{\frac{1,79 \cdot 10^{-5}}{0,1}} = 1,34 \cdot 10^{-2} \text{ ýa-da } 1,34 \% ;$$

$$3) \alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{\frac{1,79 \cdot 10^{-5}}{0,1}} = 4,22 \cdot 10^{-2} \text{ ýa-da } 4,22 \% .$$

Görşümiz ýaly, ergin gowşadygyça α ulalýar.

$$\text{Has kiçi konsentrasiýalarda bolsa, } K = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

bu ýerden $\alpha^2 + \frac{K}{C}\alpha - \frac{K}{C} = 0$ deňlemäniň üsti bilen α tapylýar.

Meselem, biziň mysalymyzda $C_{\text{NH}_4\text{OH}} = 10^{-5} \text{ N}$ bolsun.

$$\text{Onda, } \alpha^2 + \frac{1,79 \cdot 10^{-5}}{10^{-5}}\alpha - \frac{1,79 \cdot 10^{-5}}{10^{-5}} = 0$$

$$\alpha^2 + 1,79\alpha - 1,79 = 0$$

$$\alpha = \frac{1,79}{2} \pm \sqrt{0,9^2 + 1,79} = -0,9 + 1,61 = 0,71 \text{ ýa - da } 71\% .$$

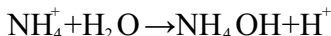
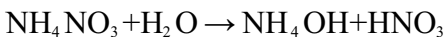
49-njy mesele.

NH_4NO_3 duzunyň gidroliziniň konstantasyny tapmaly ($t=18^\circ\text{C}$)

Çözülişi:

Gowşak esas we güýçli kislotanyň duzy üçin:

$$K_{\text{gidr}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{esas}}}$$



18°C – de

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = 0,74 \cdot 10^{-14}$$

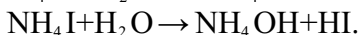
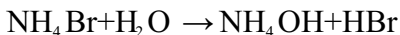
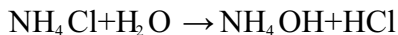
$$K_{\text{NH}_4\text{OH}} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

$$K_{\text{gidr}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{esas}}} = \frac{0,74 \cdot 10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 4,23 \cdot 10^{-10} .$$

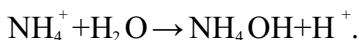
50-nji mesele.

NH_4Cl , NH_4Br , NH_4I ($t=18^\circ\text{C}$) duzlarynyň gidroliziniň konstantasyny tapmaly.

Çözülişi:



Umumy halda



Şonuň üçin bularyň hemmesiniň K_{digr} birmeňzeşdir we NH_4NO_3 -üň K_{digr} -na deňdir, ýagny

$$K_{\text{digr}} = 4,23 \cdot 10^{-10} (18^\circ \text{C}).$$

51-nji mesele.

0,05N NH_4NO_3 ($t=18^\circ\text{C}$) ergininiň wodorod ionlarynyň aktiwligini, pH we gidroliz derejesini kesgitlemeli:

$$a_{\text{H}^+} - ? ; \text{pH} - ? ; \alpha_{\text{gidr}} - ?$$

Çözülişi:

$$K_{\text{NH}_4\text{OH}} = 1,75 \cdot 10^{-5} > 1 \cdot 10^{-5} \text{ we}$$

$$C_{\text{NH}_4\text{NO}_3} > 10^{-3}.$$

$$\text{Onda, } [\text{H}^+] = \sqrt{K_{\text{digr}} \cdot C_{\text{duz}}} = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{\text{duz}}}{K_{\text{esas}}}}$$

$$K_{\text{digr}} = 4,23 \cdot 10^{-10} (18^\circ\text{C}).$$

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

$$\text{Ion güyji } \mu = \frac{1}{2}(1^2 \cdot 0,05 + 1^2 \cdot 0,05) = 0,05.$$

Oňa degişli bolan $f_{\text{H}^+} = 0,81$.

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

$$\text{pH} = -\lg a_{\text{H}^+} = -\lg 3,72 \cdot 10^{-6} = -\lg 3,72 + 6 = -0,57 + 6 = 5,43.$$

$$\alpha_{\text{digr}} = \frac{[\text{H}^+]}{C_{\text{NH}_4\text{NO}_3}} = \frac{4,6 \cdot 10^{-6}}{0,05} = 9,2 \cdot 10^{-5} = 9,2 \cdot 10^{-3} \%$$

ýa-da

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{NH}_4\text{OH}} \cdot C_{\text{NH}_4\text{NO}_3}}} = \sqrt{\frac{0,74 \cdot 10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5} \cdot 0,05}} = 9 \cdot 10^{-5} = 9 \cdot 10^{-3} \%.$$

52-nji mesele.

0,1N NH₄Cl ergininde pH we α_{gidr} ululyklaryny tapmaly ($t=18^{\circ}\text{C}$)

Çözülişi:

$$K_{\text{gidr}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{NH}_4\text{OH}}} = \frac{0,74 \cdot 10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 4,23 \cdot 10^{-10}$$

$$K_{\text{NH}_4\text{OH}} > 1 \cdot 10^{-5}; C_{\text{NH}_4\text{Cl}} > 10^{-3}.$$

Onda:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_{\text{gidr}} \cdot C_{\text{NH}_4\text{Cl}}} = \sqrt{4,23 \cdot 10^{-10} \cdot 0,1} = 6,5 \cdot 10^{-6} \text{ g-ion}/\ell$$

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

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

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

$$\text{pH} = -\lg a_{\text{H}^+} = -\lg 5,07 \cdot 10^{-6} = 5,29$$

$$a_{\text{digr}} = \frac{[\text{H}^+]}{C_{\text{NH}_4\text{Cl}}} = \frac{6,5 \cdot 10^{-6}}{0,1} = 6,5 \cdot 10^{-5} = 6,5 \cdot 10^{-3} \%.$$

53-nji mesele.

CH₃COONa, NaCN, NaHCO₃, KHSO₃, NaHS maddalaryň

K_{gidr} ululygyny tapmaly.

Çözülişi:

Gowşak kislota we güýçli esasyň duzy üçin:

$$K_{\text{gidr}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{kisl}}}$$

$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

$$K_{\text{H}_2\text{CO}_3}^1 = 4,3 \cdot 10^{-7}$$

$$K_{\text{H}_2\text{S}}^1 = 5,7 \cdot 10^{-7}$$

$$K_{\text{HCN}} = 7,2 \cdot 10^{-10}$$

$$K_{\text{H}_2\text{SO}_3}^1 = 1,7 \cdot 10^{-2}$$

Bu ýerde (K^1 – bir basgançakly dissosiasiýa). Onda:

$$K_{\text{gidr}}^{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = \frac{1,27 \cdot 10^{-14} (25^\circ\text{C})}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 7,25 \cdot 10^{-10};$$

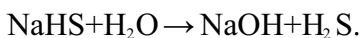
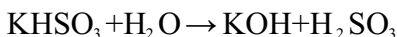
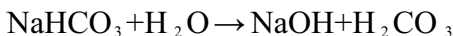
$$K_{\text{gidr}}^{\text{NaCN}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{HCN}}} = \frac{1,27 \cdot 10^{-14} (25^\circ\text{C})}{7,2 \cdot 10^{-10}} = 1,76 \cdot 10^{-5};$$

$$K_{\text{gidr}}^{\text{NaHCO}_3} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K'_{\text{H}_2\text{CO}_3}} = \frac{1,27 \cdot 10^{-14} (25^\circ\text{C})}{4,3 \cdot 10^{-7}} = 2,94 \cdot 10^{-8};$$

$$K_{\text{gidr}}^{\text{KHCO}_3} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K'_{\text{H}_2\text{SO}_3}} = \frac{1,27 \cdot 10^{-14} (25^\circ\text{C})}{1,7 \cdot 10^{-2}} = 7,46 \cdot 10^{-12};$$

$$K_{\text{gidr}}^{\text{NaHS}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K'_{\text{H}_2\text{S}}} = \frac{1,27 \cdot 10^{-14} (25^\circ\text{C})}{5,7 \cdot 10^{-8}} = 2,23 \cdot 10^{-7}.$$

NaHCO_3 , KHSO_3 , NaHS üçin K_{gidr} hasaplananda birinji basgançagyň K_{diss} ulanylýar. Şeýlelikde, gidroliz ikinji basgançak boýunça geçýär:



54-nji mesele.

0,01 M NaCN erginiň pH we α_{gidr} ululyklaryny tapmaly ($t = 25^\circ\text{C}$).

Çözülişi:

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

$$f = 0,89$$

$$K_{\text{gidr}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{kisl}}} = \frac{1,27 \cdot 10^{-14}}{7,2 \cdot 10^{-10}} = 1,76 \cdot 10^{-5}.$$

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

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

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

$$\text{pH} = \text{p}K_{\text{H}_2\text{O}} - \text{pOH} = 13,90 - (-\lg a_{\text{OH}^-}) = 13,90 - (-\lg 3,7 \cdot 10^{-4}) = 13,90 - \lg 3,7 + 4 = 13,90 - 0,5682 + 4 = 13,90 - 3,43 = 10,57.$$

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

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.

Çözülüşi:

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 ölçegin 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 taky orta kwadrat ýalňyşy:

$$S_n = \sqrt{\frac{(\bar{x} - x_1)^2 + (\bar{x} - x_2)^2 + (\bar{x} - x_3)^2 + (\bar{x} - x_4)^2 + (\bar{x} - x_5)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,05^2 + 0,05^2 + 0,15^2 + 0,15^2 + 0,05^2}{5 - 1}} = 0,05.$$

Orta netijäniň orta ýalňyşy şu aşakdaka deňdir:

$$r = \frac{r_n}{\sqrt{n}} \quad \text{ýa-da} \quad S = \frac{S_n}{\sqrt{n}} \quad r = \frac{0,09}{\sqrt{5}} = 0,04; \quad S = \frac{0,05}{\sqrt{5}} = \frac{0,05}{2,23} = 0,02.$$

Stýudentiň koeffisiýenti ($t_{\alpha,n}$) $\alpha = 95\%$ 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_α ýa – da S_α

$$r_\alpha = r \cdot t_{\alpha,n} = 0,04 \cdot 2,6 = 0,104$$

$$S_\alpha = S \cdot t_{\alpha,n} = 0,02 \cdot 2,6 = 0,052.$$

Onda analiziň netijesi şeýle aňladylyp bilner: $35,35\% \pm 0,05$; ($x \pm S_0$)
 (95% ähtimallyk bilen). Adatça, ähtimallygy 90 – 95% alýarlar.

4. ÇÖKÜNDILERIŇ EREÝJILIGI

56-njy mesele.

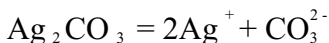
Ag_2CO_3 – üň 20^0C -de ereýjiligi $3,17 \cdot 10^{-2} \text{g}/\ell$

$\text{EKH}_{\text{Ag}_2\text{CO}_3} - ?$

Çözülişi:

$3,17 \cdot 10^{-2} \text{g}/\ell$ –i, mol/ℓ –e geçirýäris.

$$\frac{3,17 \cdot 10^{-2}}{M_{\text{Ag}_2\text{CO}_3}} = \frac{3,17 \cdot 10^{-2}}{276} = 1,15 \cdot 10^{-4} \text{g-mol}/\ell$$



$$[\text{Ag}_2\text{CO}_3] = 1,15 \cdot 10^{-4} \text{ g-mol/l}$$

$$[\text{Ag}^+] = 2 \cdot 1,15 \cdot 10^{-4} \text{ g-ion/l}$$

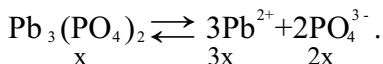
$$[\text{CO}_3^{2-}] = 1,15 \cdot 10^{-4} \text{ g-ion/l}$$

$$\text{EKH}_{\text{Ag}_2\text{CO}_3} = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CO}_3^{2-}] = [2 \cdot 1,15 \cdot 10^{-4}]^2 \cdot [1,15 \cdot 10^{-4}] = 6,08 \cdot 10^{-12}$$

57-nji mesele.

25°C-de $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$ -niň. $\text{EKH} = 7,9 \cdot 10^{-43}$. Şu duzuň ereýjiligini (g/l) hem-de her ionuň doýgun ergindäki konsentrasiýasyny hasaplamaly.

Çözülişi:



Molýar konsentrasiýany x (g-mol/l) diýip aňlatsak alarys:

$$[\text{Pb}^{2+}] = 3x$$

$$[\text{PO}_4^{3-}] = 2x$$

$$\text{EKH} = [\text{Pb}^{2+}]^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}]^2 = [3x]^3 \cdot [2x]^2 = 108x^5 = 7,9 \cdot 10^{-43}$$

$$x = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ g-mol/l}$$

Indi ionlaryň konsentrasiýasyny g/l-de tapmak üçin deňişlik-de olary, molekulýar, atom we ion agramlaryna köpeldýäris:

$$[\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2] = 1,5 \cdot 10^{-9} \cdot 812 = 12,2 \cdot 10^{-7} \text{ g/l}$$

$$[\text{Pb}^{2+}] = 3 \cdot 207 \cdot 1,5 \cdot 10^{-9} = 9,1 \cdot 10^{-7} \text{ g/l}$$

$$[\text{PO}_4^{3-}] = 2 \cdot 95 \cdot 1,5 \cdot 10^{-9} = 2,7 \cdot 10^{-7} \text{ g/l}$$

Başgaça, ereýjiligi şu formula bilen tapmak bolýar:

$$E_{\text{KtaAnb}} = a^{+b} \sqrt[\frac{a^a \cdot b^b}{\text{EKH}}]{\text{EKH}} = 3^{+2} \sqrt[\frac{7,9 \cdot 10^{-43}}{3^3 \cdot 2^2}]{7,9 \cdot 10^{-43}} = 5 \sqrt[\frac{7,9 \cdot 10^{-43}}{108}]{7,9 \cdot 10^{-43}} =$$

$$= 5 \sqrt[\frac{79 \cdot 10^{-45}}{108}]{79 \cdot 10^{-45}} = 5 \sqrt[7,31 \cdot 10^{-45}]{7,31 \cdot 10^{-45}} = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ g-mol/l} =$$

$$= 1,5 \cdot 10^{-9} \cdot 812 = 12,2 \cdot 10^{-7} \text{ g/l}$$

Görüşümüz ýaly, bu baha ýokardaky bilen gabat gelýär.

58-nji mesele.

$$\text{Mg(OH)}_2 \text{ –niň EKH} = 1,8 \cdot 10^{-11}.$$

Bu gidroksidiň arassa suwdaky we 0,02 M $\text{Mg(NO}_3)_2$ erginindäki ereýjiligini tapmaly.

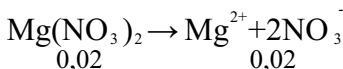
Çözülişi:

$$\text{Mg(OH)}_2 \rightleftharpoons \underset{x}{\text{Mg}^{2+}} + \underset{2x}{2\text{OH}^-}$$

$$E_{\text{Mg(OH)}_2} = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = x \cdot (2x)^2 = 4x^3 = 1,8 \cdot 10^{-11}$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{1,8 \cdot 10^{-11}}{4}} = 1,65 \cdot 10^{-4} \text{ g-mol/} \ell.$$

Diýmek, arassa suwda Mg(OH)_2 ereýjiligi $1,65 \cdot 10^{-4}$ g-mol/ℓ deň. 0,02 M $\text{Mg(NO}_3)_2$ ergininde:



$$[\text{Mg}^{2+}] = 0,02.$$

$$\text{EKH} = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = 0,02 \cdot (2x)^2 = 0,02 \cdot 4x^2 = 0,08x^2 = 1,8 \cdot 10^{-11}$$

$$x = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 10^{-11}}{0,08}} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ g-mol/} \ell.$$

Muny arassa suwdaky ereýjilik ($1,65 \cdot 10^{-4}$) bilen deňeşdirsek:

$$\frac{1,65 \cdot 10^{-4}}{1,5 \cdot 10^{-5}} = \frac{16,5 \cdot 10^{-5}}{1,5 \cdot 10^{-5}} = 11$$

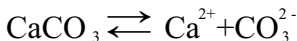
0,02M $\text{Mg(NO}_3)_2$ –da Mg(OH)_2 –niň ereýjiligi 11 esse peselipdir.

59-njy mesele.

Eger 1ℓ doýgun erginde $6,93 \cdot 10^{-2}$ g CaCO_3 bar bolsa, şol duzuň EKH kesgitlemeli.

Çözülişi:

$$\frac{6,93 \cdot 10^{-2}}{M_{\text{CaCO}_3}} = \frac{6,93 \cdot 10^{-2}}{100} = 6,93 \cdot 10^{-4} \text{ g-mol/} \ell$$



$$[\text{CaCO}_3] = [\text{Ca}^{2+}] = [\text{CO}_3^{2-}] = 6,93 \cdot 10^{-4}$$

$$EKH_{CaCO_3} = [Ca^{2+}] \cdot [CO_3^{2-}] = 6,93 \cdot 10^{-4} \cdot 6,93 \cdot 10^{-4} = 4,8 \cdot 10^{-7}$$

60-njy mesele.

Eger-de $EKH_{BaCrO_4} = 2,4 \cdot 10^{-10}$ bolsa, onuň 200 ml doýgun ergininde näçe gram $BaCrO_4$ bar?

Çözülişi:

$$\begin{aligned} BaCrO_4 &\rightleftharpoons Ba^{2+} + CrO_4^{2-} \\ [Ba^{2+}] \cdot [CrO_4^{2-}] &= 2,4 \cdot 10^{-10} \\ [Ba^{2+}] &= [CrO_4^{2-}] = x \\ [Ba^{2+}] \cdot [CrO_4^{2-}] &= x^2 = 2,4 \cdot 10^{-10} \end{aligned}$$

$$x = \sqrt{2,4 \cdot 10^{-10}} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ g-mol/l ýa-da g/l -de:}$$

$$x = 1,6 \cdot 10^{-5} \cdot \mu_{BaCrO_4} = 1,6 \cdot 10^{-5} \cdot 253,33 = 4,05 \cdot 10^{-3} \text{ g/l.}$$

Onda, 200 ml–de

$$x = \frac{200}{1000} \cdot 4,05 \cdot 10^{-3} = 0,81 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 0,8 \text{ mg.}$$

61-nji mesele.

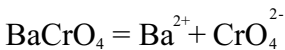
200 ml suwy doýurmak üçin, 0,71 mg $BaCrO_4$ gerek. $EKH_{BaCrO_4} = 1,4 \cdot 10^{-5}$ tapmaly.

Çözülişi:

1 l suwdaky $BaCrO_4$:

$$\frac{1000}{200} \cdot 0,71 = 5 \cdot 0,71 = 3,55 \text{ mg} = 0,00355 \text{ g/l} = 3,55 \cdot 10^{-3} \text{ g/l.}$$

$$\text{Ony g-mol/l geçiryäris: } \frac{3,55 \cdot 10^{-3}}{M_{BaCrO_4}} = \frac{3,55 \cdot 10^{-3}}{253,3} = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ g-mol/l.}$$



$$1,4 \cdot 10^{-5} \quad 1,4 \cdot 10^{-5} \quad 1,4 \cdot 10^{-5}$$

$$EKH = [Ba^{2+}] \cdot [CrO_4^{2-}] = 1,4 \cdot 10^{-5} \cdot 1,4 \cdot 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-10}$$

62-nji mesele.

25°C –de : $EKH_{PbSO_4} = 1,8 \cdot 10^{-8}$; $EKH_{MgCO_3} = 1,0 \cdot 10^{-5}$;

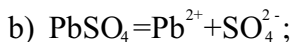
$$EKH_{BaCrO_4} = 2,4 \cdot 10^{-10}; EKH_{Zn(OH)_2} = 1,0 \cdot 10^{-17}$$

1 litr doýgun erginlerinde g/l– de tapmaly:

10-Sargyt 1392

a) $[Pb^{2+}]$; b) $[Mg^{2+}]$; c) $[Ba^{2+}]$; d) $[Zn^{2+}]$.

Çözülüşi:



$$EKH = [Pb^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$$

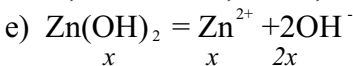
$$[Pb^{2+}] = \sqrt{EKH_{PbSO_4}} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-8}} = 1,34 \cdot 10^{-4} \text{ g-ion/l}$$

$$[Pb^{2+}] = 1,34 \cdot 10^{-4} \cdot A_{Pb} = 1,34 \cdot 10^{-4} \cdot 207 = 277,3 \cdot 10^{-4} = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ g/l.}$$

c) $[Mg^{2+}] = \sqrt{1,0 \cdot 10^{-5}} = \sqrt{10 \cdot 10^{-6}} = 3,16 \cdot 10^{-3} \text{ g-ion/l ýa-da}$
 $3,16 \cdot 10^{-3} \cdot 24 = 75,84 \cdot 10^{-3} = 7,6 \cdot 10^{-2} \text{ g/l.}$

d) $[Ba^{2+}] = \sqrt{2,4 \cdot 10^{-10}} = 1,54 \cdot 10^{-5} \text{ g-mol/l ýa-da}$

$$1,54 \cdot 10^{-5} \cdot 137,3 = 211,4 \cdot 10^{-5} = 2,11 \cdot 10^{-3} \text{ g/l.}$$



$$EKH_{(ZnOH)_2} = [Zn^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = x \cdot [2x]^2 = 4x^3$$

$$4x^3 = 1,0 \cdot 10^{-17} = 10 \cdot 10^{-18}$$

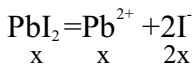
$$x = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 10^{-18}}{4}} = \sqrt[3]{2,5 \cdot 10^{-18}} = 1,35 \cdot 10^{-6} \text{ g-mol/l.}$$

Onda g/l -de $[Zn^{2+}] = 1,35 \cdot 10^{-6} \cdot A_{Zn} = 1,35 \cdot 10^{-6} \cdot 65,3 = 88 \cdot 10^{-6} = 8,8 \cdot 10^{-5} \text{ g/l.}$

63-nji mesele.

Eger $EKH_{PbI_2} = 8,7 \cdot 10^{-9}$ bolsa, PbI_2 maddasynyň doýgun ergininiň 1 ml – daki Pb^{2+} we I^- ionlarynyň gram mukdaryny tapmaly.

Çözülüşi:



$$EKH = x \cdot [2x]^2 = 4x^3$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{EKH}{4}} = \sqrt[3]{\frac{8,7 \cdot 10^{-9}}{4}} = \sqrt[3]{2,17 \cdot 10^{-9}} = 1,3 \cdot 10^{-3}$$

$[Pb^{2+}] = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ g-mol/l ýa-da } 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot 207 = 2,69 \cdot 10^{-1} \text{ g/l.}$

Onda 1ml-de

$$\frac{2,69 \cdot 10^{-1}}{1000} = 2,69 \cdot 10^{-4} \text{ g}$$

$$[I^-] = 2 \cdot x = 2 \cdot 1,3 \cdot 10^{-3} = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ g-mol/l} \quad \text{ýa-da}$$

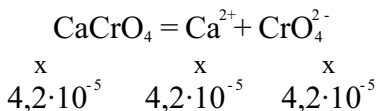
$$2,6 \cdot 10^{-3} \cdot 127 = 3,3 \cdot 10^{-1} \text{ g/l};$$

$$1 \text{ ml-de } \frac{3,3 \cdot 10^{-1}}{1000} = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ g}.$$

64-nji mesele.

CaCrO_4 –üň ereýjiligi $4,2 \cdot 10^{-5} \text{ g-mol/l}$ (18°C). EKH–ny tapmaly.

Çözülişi:

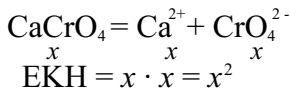


$$\text{EKH} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CrO}_4^{2-}] = 4,2 \cdot 10^{-5} \cdot 4,2 \cdot 10^{-5} = 17,64 \cdot 10^{-10} = 1,76 \cdot 10^{-9}.$$

65-nji mesele.

$\text{EKH}_{\text{CaCrO}_4} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l}$. Şol duzuň 1 gramyny eretmek üçin näçe suw gerek?

Çözülişi:



$$x = \sqrt{\text{EKH}} = \sqrt{2 \cdot 10^{-9}} = \sqrt{20 \cdot 10^{-10}} = 4,47 \cdot 10^{-5} \text{ g-mol/l}.$$

Ereýjilik g/l:

$$4,47 \cdot 10^{-5} \cdot \mu_{\text{CaCrO}_4} = 4,47 \cdot 10^{-5} \cdot 128 = 5,72 \cdot 10^{-3} \text{ g/l}.$$

$$\text{Onda, } 5,72 \cdot 10^{-3} \text{ g} \text{ — } 1000 \text{ ml}$$

$$1 \text{ g} \text{ — } x \text{ ml}$$

$$x = \frac{1 \cdot 1000}{5,72 \cdot 10^{-3}} = \frac{1000}{0,00572} = 174825 \text{ ml} = 174,8 \text{ l}.$$

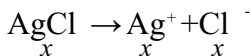
66-njy mesele.

AgCl – nyň doýgun ergininiň 100 ml –ine 1,7 mg AgNO_3 goşdular. $\text{EKH}_{\text{AgCl}} = 2 \cdot 10^{-10} [\text{Cl}^-]$ -?

10*

Çözülüşi:

1) AgCl doýgun ergininde:



$$[\text{Ag}^+] = x = \sqrt{EKH_{\text{AgCl}}} = \sqrt{2 \cdot 10^{-10}} = 4,41 \cdot 10^{-5} \text{ g-ion}/\ell.$$

2) 100 ml - 1,7 mg AgNO_3 .

$$\text{Onda, } 1 \ell - \text{ e: } \frac{1000}{100} \cdot 1,7 = 17 \text{ mg } \text{AgNO}_3.$$

Ondaky Ag^{2+}

$$[\text{Ag}^{2+}] = \frac{17}{A_{\text{Ag}}} = \frac{17}{108} = 0,157 \text{ mg-ion}/\ell = 0,000157 = \\ = 1,57 \cdot 10^{-4} \text{ g-ion}/\ell.$$

Onda, Ag^+ - laryň umumy konsentrasıýasy:

$$\Sigma[\text{Ag}^+] = 1,41 \cdot 10^{-5} + 1,57 \cdot 10^{-4} = 0,141 \cdot 10^{-4} + 1,57 \cdot 10^{-4} = 1,71 \cdot 10^{-4} \text{ g-ion}/\ell$$

$$EKH_{\text{AgCl}} = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]$$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{EKH_{\text{AgCl}}}{[\text{Ag}^+]} = \frac{2 \cdot 10^{-10}}{1,71 \cdot 10^{-4}} = 1,16 \cdot 10^{-6} \text{ g-ion}/\ell.$$

67-nji mesele.

0,001N SrCl_2 we 0,001 N K_2SO_4 deň göwürmeleri garylada, SrSO_4 çökündisi emele gelermi?

$$EKH_{\text{SrSO}_4} = 2,8 \cdot 10^{-7}.$$

Çözülüşi:

Sr^{2+} we SO_4^{2-} ionlarynyň konsentrasıýalary garylandan soň deň-

$$\text{dir: } \frac{0,001}{2 \cdot 2} = 2,5 \cdot 10^{-4}$$

$$EKH_{\text{SrSO}_4} = [\text{Sr}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} = 6,3 \cdot 10^{-8}.$$

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 ($EKH_{\text{BaCrO}_4} = 1,62 \cdot 10^{-7}$) K_2SO_4 ergini bilen işlenen.

Kesgitlemeli:

a) BaSO_4 ($\text{EKH}_{\text{BaSO}_4} = 1,1 \cdot 10^{-10}$) çökündisi emele gelermi?

b) konsentrasiýalaryň haýsy gatnaşygynda deňagramlylyk dö-rär?

Çözülişi:

a) çökündi emele gelyär, haçanda:

$$[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] > \text{EKH}_{\text{BaSO}_4}$$

ýa-da

$$[\text{Ba}^{2+}] > \frac{\text{EKH}_{\text{BaSO}_4}}{[\text{SO}_4^{2-}]}; [\text{Ba}^{2+}] = \frac{\text{EKH}_{\text{BaCrO}_4}}{[\text{CrO}_4^{2-}]} .$$

Şunlukda, BaCrO_4 -üň BaSO_4 -e öwürlmeği bolup biler, eger:

$$\frac{\text{EKH}_{\text{BaCrO}_4}}{[\text{CrO}_4^{2-}]} > \frac{\text{EKH}_{\text{BaSO}_4}}{[\text{SO}_4^{2-}]} \quad \text{ýa-da} \quad \frac{[\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{CrO}_4^{2-}]} > \frac{\text{EKH}_{\text{BaSO}_4}}{\text{EKH}_{\text{BaCrO}_4}}$$

$$\frac{\text{EKH}_{\text{BaCrO}_4}}{[\text{CrO}_4^{2-}]} = 0,4 \cdot 10^{-3}; \frac{\text{EKH}_{\text{BaSO}_4}}{[\text{SO}_4^{2-}]} = 1,1 \cdot 10^{-5}$$

$$0,4 \cdot 10^{-3} > 1,1 \cdot 10^{-5} .$$

Çökündi emele geler. Ýagny şu ýagdaýda:

$$\frac{[\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{CrO}_4^{2-}]} > \frac{1,1 \cdot 10^{-10}}{1,62 \cdot 10^{-7}} \quad \text{ýa-da} \quad \frac{[\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{CrO}_4^{2-}]} > 0,68 \cdot 10^{-3} .$$

Diýmek, BaCrO_4 -i BaSO_4 -e öwürmek üçin, $[\text{SO}_4^{2-}] [\text{CrO}_4^{2-}]$ -den $1 : 0,68 \cdot 10^{-3}$ esse, ýagny 1500 esse kiçi bolmaly. Şonda deňag-ramlylyk dö-rär.

69-njy mesele.

15°C - de Ag_2CrO_4 - üň ereýjiligini, aktiwlik koeffisiýentlerini hasaba almak arkaly $[\text{Ag}^+]$, $[\text{CrO}_4^{2-}]$ g/l-de kesgitlemeli.

$$\text{EKH}_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4} = 1,2 \cdot 10^{-12}$$

Çözülişi:

Takmynan, (akt.koef. f hasaba almany) ereýjiligi (R) hasaplalyň:

$$\text{EKH}_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4} = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}] = (2R)^2 \cdot R = 4R^3 = 1,2 \cdot 10^{-12}$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{1,2 \cdot 10^{-12}}{4}} = 6,7 \cdot 10^{-5} \text{ g - mol/l}$$

$$[\text{CrO}_4^{2-}] = 6,7 \cdot 10^{-5}$$

$$[\text{Ag}^+] = 2 \cdot 6,7 \cdot 10^{-5} = 1,3 \cdot 10^{-4}$$

Indi erginiň ion güýjüni (μ)-da hasaplaýarys:

$$\mu = \frac{1}{2} (2 \cdot 6,7 \cdot 10^{-5} \cdot 1^2 + 6,7 \cdot 10^{-5} \cdot 2^2) = 2,0 \cdot 10^{-4}$$

$$\lg f_{\text{Ag}} = -0,5 \cdot 1^2 \sqrt{2,0 \cdot 10^{-4}} = -0,007 = 1,993$$

$$f_{\text{Ag}} = 0,98$$

$$\lg f_{\text{CrO}_4^{2-}} = -0,5 \cdot 2^2 \sqrt{2,0 \cdot 10^{-4}} = -0,028 = 1,972$$

$$\lg f_{\text{CrO}_4^{2-}} = 0,94$$

Onda:

$$\text{EKH}_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4} = [\text{Ag}^+]^2 \cdot f_{\text{Ag}}^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}] \cdot f_{\text{CrO}_4^{2-}} = 4R^3 \cdot f_{\text{Ag}}^2 \cdot f_{\text{CrO}_4^{2-}}$$

Bu ýerden:

$$R = \sqrt[3]{\frac{\text{EKH}_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4}}{4 f_{\text{Ag}}^2 \cdot f_{\text{CrO}_4^{2-}}}} = \sqrt[3]{\frac{1,2 \cdot 10^{-12}}{4 \cdot 0,98^2 \cdot 0,94}} = 6,9 \cdot 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{mol/l}$$

ýa-da olar g/l-de:

$$[\text{Ag}_2\text{CrO}_4] = 6,9 \cdot 10^{-5} \cdot \mu_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4} = 0,0081 \text{ g/l}$$

$$[\text{CrO}_4^{2-}] = 6,9 \cdot 10^{-5} \cdot \mu_{\text{CrO}_4^{2-}} = 0,0081 \text{ g/l}$$

$$[\text{Ag}^+] = 6,9 \cdot 10^{-5} \cdot A_{\text{Ag}} \cdot 2 = 0,0150 \text{ g/l}$$

Ion güýjüniň uly bolmanlygy üçin onuň hasaba alnyşy, ereýjilige uly täsir etmedi: $6,7 \cdot 10^{-5} \sim 6,9 \cdot 10^{-5}$.

70-nji mesele.

0,05M KNO_3 erginiň AgSCN -iň (kümüş rodanidiniň) ereýjiligine duz efektini hasaplamaly.

$$\text{EKH}_{\text{AgSCN}} = 1,1 \cdot 10^{-12}$$

Çözülişi:

$f = 1$ bolanda, AgSCN -iň arassa suwda ereýjiligini (R) hasaplaýň:

$$R = \sqrt{\text{EKH}_{\text{AgSCN}}} = \sqrt{1,1 \cdot 10^{-12}} = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{mol/l} = [\text{Ag}^+] = [\text{SCN}^-]$$

Ion güýji: $\mu = \frac{1}{2} (0,05 \cdot 1^2 \cdot 1 + 0,05 \cdot 1^2 + 1,05 \cdot 10^{-6} \cdot 1^2 + 1,05 \cdot 10^{-6} \cdot 1^2) = 0,05$

$$f_{\text{Ag}^+}; f_{\text{SCN}^-}$$

$$\lg f_{\text{Ag}} = -\frac{-0,5 \cdot 1^2 \sqrt{0,05}}{1 + \sqrt{0,05}} = -0,09 = \bar{1},91$$

$$f_{\text{Ag}} = 0,81 = f_{\text{SCN}^-}$$

$$\text{EKH}_{\text{AgSCN}} = [\text{Ag}^+] f_{\text{Ag}} \cdot [\text{SCN}^-] f_{\text{SCN}^-} = R^2 \cdot f^2 = 1,1 \cdot 10^{-12}$$

$$R = \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^{-12}}{0,81^2}} = 1,3 \cdot 10^{-6}$$

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 KNO₃ 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 Ba²⁺ we 1mg Pb²⁺ saklaýar. Eger-de şu ergine damjalap K₂CrO₄ ergini goşulsa, ilkinji bolup haýsy mad-da çöker: BaCrO₄ ýa-da PbCrO₄?

Çözülişi:

$$[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{CrO}_4^{2-}] = \text{EKH}_{\text{BaCrO}_4} = 2,4 \cdot 10^{-10}$$

$$[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{CrO}_4^{2-}] = \text{EKH}_{\text{PbCrO}_4} = 1,77 \cdot 10^{-14}$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = \frac{200}{1000 \cdot 137,36}; \text{ g-ion/l}$$

$$[\text{Pb}^{2+}] = \frac{1}{1000 \cdot 207,21}; \text{ g-ion/l}$$

$$[\text{CrO}_4^{2-}]_{\text{BaCrO}_4} = \frac{\text{EKH}_{\text{BaCrO}_4}}{[\text{Ba}^{2+}]} = \frac{2,4 \cdot 10^{-10} \cdot 137,36}{0,2} = 1,6 \cdot 10^{-7} \text{ g-ion/l}$$

$$[\text{CrO}_4^{2-}]_{\text{PbCrO}_4} = \frac{\text{EKH}_{\text{PbCrO}_4}}{[\text{Pb}^{2+}]} = \frac{1,77 \cdot 10^{-14} \cdot 207,21}{0,001} =$$

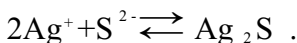
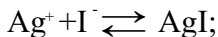
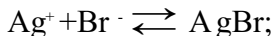
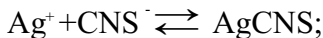
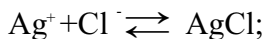
$$= 3,7 \cdot 10^{-9} \text{ g-ion/l}$$

$$[\text{CrO}_4^{2-}]_{\text{PbCrO}_4} < [\text{CrO}_4^{2-}]_{\text{BaCrO}_4}$$

Diýmek, PbCrO_4 emele gelmegi üçin az $[\text{CrO}_4^{2-}]$ 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?



Çözülişi:

$$\text{EKH}_{\text{AgCl}} = 1,6 \cdot 10^{-10}; \quad \text{EKH}_{\text{AgCNS}} = 1,2 \cdot 10^{-12};$$

$$\text{EKH}_{\text{AgBr}} = 7,7 \cdot 10^{-13}; \quad \text{EKH}_{\text{AgI}} = 1,5 \cdot 10^{-16};$$

$$\text{EKH}_{\text{Ag}_2\text{S}} = 1,6 \cdot 10^{-49} .$$

Indi çökmeden soň galýan $\text{Ag} -$ ionlarynyň konsentrasiýalaryny tapýarys:

$$[\text{Ag}^+] = \sqrt{\text{EKH}_{\text{AgCl}}} = \sqrt{1,6 \cdot 10^{-10}} = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ g-ion} / \ell$$

$$[\text{Ag}^+] = \sqrt{\text{EKH}_{\text{AgCNS}}} = \sqrt{1,2 \cdot 10^{-12}} = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ g-ion} / \ell$$

$$[\text{Ag}^+] = \sqrt{\text{EKH}_{\text{AgBr}}} = \sqrt{7,7 \cdot 10^{-13}} = 8,8 \cdot 10^{-7} \text{ g-ion} / \ell$$

$$[\text{Ag}^+] = \sqrt{\text{EKH}_{\text{AgI}}} = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-16}} = 1,2 \cdot 10^{-8} \text{ g-ion} / \ell$$

$$[\text{Ag}^+] = \sqrt[3]{\text{EKH}_{\text{Ag}_2\text{S}}} = \sqrt[3]{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-49}} = 6,8 \cdot 10^{-17} \text{ g-ion} / \ell .$$

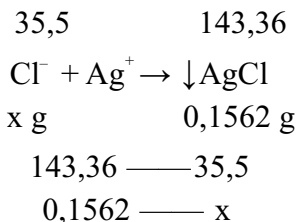
Diýmek, $[\text{Ag}^+]_{\text{Ag}_2\text{S}}$ iň kiçisi, şonuň üçin Ag_2S duýgur we doly çöker.

5. AGRAM ANALIZI

73-nji mesele.

Cl^- ionyny saklaýan erginden 0,1562 g AgCl çökdürilipdir. Reaksiýanyň deňlemesini ýazmaly we Cl^- ionynyň agram mukdaryny hasaplamaly.

Çözülüşi:

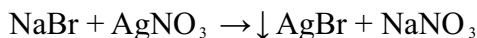


$$x = \frac{0,1562 \cdot 35,5}{143,36} = 0,0386 \text{ g Cl}^-.$$

74-nji mesele.

Natriý bromidiniň ergininden AgBr çökdüripdirler. Onuň agramy 0,2510g. Ergindäki NaBr maddasynyň mukdaryny hasaplamaly.

Çözülüşi:



$$x = \frac{0,2510 \cdot \mu_{\text{NaBr}}}{\mu_{\text{AgBr}}} = 0,1375 \text{ g NaBr.}$$

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) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$.

Çözülüşi:

$$\text{a) } x = \frac{0,2640 \cdot \mu_{\text{SO}_4^{2-}} \cdot 1000}{\mu_{\text{BaSO}_4} \cdot 50} = 2,173 \text{ g SO}_4^{2-};$$

$$\text{b) } x = \frac{0,2640 \cdot \mu_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}} \cdot 1000}{3 \cdot \mu_{\text{BaSO}_4} \cdot 50} = 5,026 \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}.$$

76-njy mesele.

Çoýun garyndylarynyň 2,851 g çekiminden degişli işlenenden soň, 0,0824 g SiO_2 alnypdyr. Şol çoýundaky Si – niň % mukdaryny tapmaly.

Çözülüşi:

$$\frac{0,0824 \cdot A_{\text{Si}} \cdot 100}{\mu_{\text{SiO}_2} \cdot 2,851} = 1,35 \% \text{ Si.}$$

77-nji mesele.

Apatitiň 0,1112 g analiz edilende 0,9926 g $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3$ çökündisi alnypdyr. Şol nusgadaky P-niň we P_2O_5 -iň % muk-

Çözülüşi:

$$\mu_{(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3} = 3 \cdot (14+4) + 31 + 4 \cdot 16 + 12 \cdot (96+3 \cdot 16) = 3 \cdot 18 + 31 + 64 + 12 \cdot 96 + 12 \cdot 48 = 54 + 31 + 64 + 1152 + 576 = 1877 .$$

$$P = \frac{31}{1877} \cdot \frac{0,9926}{0,1112} \cdot 100 = \frac{3077,0}{208,7} = 14,74 \%$$

$$\begin{array}{r} \text{P}_2\text{O}_5 \text{ ————— } 2\text{P} \\ 142 \qquad \qquad 2 \cdot 31 \\ 2 \cdot 31 \text{ ——— } 142 \\ 14,74 \text{ ——— } x \end{array}$$

$$x = \frac{142}{2 \cdot 31} \cdot 14,74 = 33,75 \% \text{ P}_2\text{O}_5 .$$

78-nji mesele.

0,2690 g alýuminiý - kaliý kwassylardan 0,2584 g BaSO_4 alnypdyr. Şol çekimdäki $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ -nuň % mukdaryny tapmaly.

Çözülüşi:

$$x = \frac{0,2584 \cdot \mu_{\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}} \cdot 100}{2 \cdot \mu_{\text{BaSO}_4} \cdot 0,2690} = 97,61 \% .$$

79-nji 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 çökdürüp, 0,3112 g KClO_4 alypdyrlar. Silikatdaky K_2O we Na_2O maddalaryny % - de tapmaly.

Çözülüşi:

$$\text{K}_2\text{O} = \frac{0,3112 \cdot \mu_{\text{K}_2\text{O}} \cdot 100}{2 \cdot \mu_{\text{KClO}_4} \cdot 0,8617} = 12,28 \%$$

$$\text{Na}_2\text{O} = \left(0,2156 - \frac{0,3112 \cdot \mu_{\text{KCl}}}{\mu_{\text{KClO}_4}}\right) \cdot \frac{\mu_{\text{Na}_2\text{O}} \cdot 100}{2\mu_{\text{NaCl}} \cdot 0,8716} = 2,96\% .$$

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:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{BaSO}_4} &= 137,3 + 32 + 64 = 233,3 \\ \mu_{\text{SO}_4^{2-}} &= 96. \end{aligned}$$

Onda, 0,2567g BaSO_4 saklaýar:

$$\text{SO}_4^{2-} = \frac{96}{233,3} \cdot 0,2567 = 0,41 \cdot 0,2567 = 0,1056 \text{ g} = 105,6 \text{ mg} .$$

Onda suwuň 1 ℓ – de:

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{1000}{50} \cdot 105,6 = 20 \cdot 105,6 = 2112 \text{ mg} / \ell .$$

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:

$$x \text{ g } \text{N}_2\text{O} - \text{dan} \quad x \cdot \frac{2\mu_{\text{NaCl}}}{\mu_{\text{Na}_2\text{O}}} \text{ g } \text{NaCl} .$$

$$y \text{ g } \text{K}_2\text{O} - \text{dan} \quad y \cdot \frac{2\mu_{\text{KCl}}}{\mu_{\text{K}_2\text{O}}} \text{ g } \text{KCl} \text{ alnar.}$$

$$x \cdot \frac{2 \cdot 58,44}{61,98} + y \cdot \frac{2 \cdot 74,56}{94,20} = 0,1500. \quad (1)$$

Bu garyndydan alynýan Na_2SO_4 –üň we K_2SO_4 –üň massalary deňdir:

$$x \cdot \frac{\mu_{\text{Na}_2\text{SO}_4}}{\mu_{\text{Na}_2\text{O}}} + y \cdot \frac{\mu_{\text{K}_2\text{SO}_4}}{\mu_{\text{K}_2\text{O}}} = 0,1800$$

$$x \cdot \frac{142,04}{61,98} + y \cdot \frac{174,27}{94,20} = 0,1800 \quad (2)$$

(1) we (2)-ni bile işläp tapýarys:

$$x = 0,0533 \text{ g Na}_2\text{O}$$

$$y = 0,0313 \text{ g K}_2\text{O}$$

$$\text{Na}_2\text{O, \%} = \frac{0,0533 \cdot 100}{1,2505} = 4,26\%$$

$$\text{K}_2\text{O, \%} = \frac{0,0313 \cdot 100}{1,2505} = 2,50\%$$

82-nji mesele.

0,3 g magniý oksihinolýatyny – $\text{Mg}(\text{C}_2\text{H}_6\text{ON})_2$ almak üçin, 20% magniý saklaýan sementiň haýsy çekimini almalı?

Çözülişi:

$$\mu_{\text{Mg}(\text{C}_6\text{H}_6\text{CN})_2} = 24 + 2 \cdot (24 + 6 + 16 + 14) = 24 + 140 = 164$$

$$164 \quad \text{————} \quad 24$$

$$0,3 \quad \text{————} \quad x$$

$$x = \frac{24 \cdot 0,3}{164} = 0,043 \text{ g Mg}$$

$$\text{Sement} = \frac{100}{20} \cdot 0,043 = 0,2195 \text{ g.}$$

6. ANALIZIŇ NETIJELERINI OKSIDLER GÖRNÜŞİNDE AŇLATMAK

83-nji mesele.

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{CaFCl}$ apatiti oksidler görnüşinde aňlatmaly.

Çözülişi:

$$\text{CaO} = \frac{4\mu_{\text{CaO}}}{\mu_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaFCl}}} \cdot 100 = 55,42\%$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 = \frac{\mu_{\text{P}_2\text{O}_5}}{\mu_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaFCl}}} \cdot 100 = 35,08\%$$

$$\text{F}^- = \frac{A_{\text{F}}}{\mu_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaFCl}}} \cdot 100 = 4,70\%$$

$$\text{Cl}^- = \frac{A_{\text{Cl}}}{\mu_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} \cdot \text{CaFCl}} \cdot 100 = 8,76 \% .$$

$$\text{Jemi} = 103,96\% .$$

Bu ýerde jem 100% - den köp gelyär.

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 aýyryarys:

$$x_1 = 4,70 \cdot \frac{A_0}{2F} = 1,98$$

$$x_2 = 8,76 \cdot \frac{\mu_0}{2\text{Cl}} = 1,98$$

$$\text{Jemi } 3,96\% .$$

Onda analiziň netijesi = 103,96 - 3,96 = 100% .

84-nji mesele.

Aşakdaky minerallaryň formulalaryny oksidler görnüşinde yazmaly.

- 1) albit $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$;
- 2) beril $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$;
- 3) birýuza $\text{CuAl}_6(\text{OH})_8(\text{PO}_4)_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;
- 4) datolit HCaBSSiO_5 ;
- 5) mendelýewit $\text{Ca}_2(\text{Ti,U})_2(\text{Nb,Ta})_2\text{O}_{11}$;
- 6) ribekit $\text{Na}_2\text{Fe}_2^{\text{III}}\text{Fe}_3^{\text{II}}\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$.

Çözülişi:

- 1) berlen empiriki formulany 2-ä köpeldýäris:



- 2) $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$;
- 3) $\text{CuO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$;
- 4) $\text{H}_2\text{O} \cdot 2\text{CaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$;
- 5) $2\text{CaO} \cdot 2\text{TiO}_2(2\text{HO}_2) \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5(\text{Ta}_2\text{O}_5)$;
- 6) $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{FeO} \cdot 8\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

85-nji mesele.

0,2140g fosforit analiz edilende tapylypdyr: CaO — 0,1161g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ — 0,1536g. Şondaky oksidleriň % mukdaryny hasaplamaly we jemlemeli.

Çözülüşi:

$$\text{CaO} = \frac{0,1161 \cdot 100}{0,2140} = 54,25\%$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 = \frac{0,1536 \cdot \mu_{\text{P}_2\text{O}_5} \cdot 100}{\mu_{\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7} \cdot 0,2140} = 45,75\%$$

Jemi 100% .

86-njy mesele.

0,9012 g toýun analiz edilende:

0,5850 g SiO_2 ;

0,2459 g ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$);

0,0380 g CaO ;

0,0290 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$;

0,0052 gigroskopik çyg;

0,0215 g köýüklemeden ýitgi alnypdyr.

Değişli oksidleriň % mukdaryny hasaplamaly we jemlemeli.

Çözülüşi:

$$\text{SiO}_2 \text{ — } 64,91\% ; \left(\frac{0,5850}{0,9012} \right) \cdot 100$$

$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ — 27,29%;

CaO — 4,22%;

MgO — 1,17%;

H_2O — 0,58%;

Köyük ýitgisi — 2,39%;

Jemi — 100,56% .

MgO – mukdary $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ – 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):

$$\text{Ca}^{2+} \text{ ——— } 0,4080$$

$$\text{Mg}^{2+} \text{ ——— } 0,1339$$

$$\text{Na}^+ \text{ ——— } 0,2070$$

$$\text{K}^+ \text{ ——— } 0,0586$$

$$\text{Cl}^- \text{ ——— } 0,3763$$

$$\text{SO}_4^{2-} \text{ — } 0,9990$$

$$\text{HCO}_3^- \text{ — } 0,6322 .$$

Analiziň netijesini mg-ekw/ℓ we ekw % -de getirmeli.

Çözülişi:

Ilki berlen kationlary we anionlary mg/ℓ geçirmeli.

$$\text{Ca}^{2+} = \frac{1000 \cdot 0,4080 \cdot 1000}{100} = 4080 \text{ mg}/\ell;$$

$$\text{Mg}^{2+} = \frac{1000 \cdot 0,1339 \cdot 1000}{100} = 1339 \text{ mg}/\ell;$$

$$\text{Na}^+ = \frac{1000 \cdot 0,2070 \cdot 1000}{100} = 2070 \text{ mg}/\ell;$$

$$\text{K}^+ = \frac{1000 \cdot 0,0586 \cdot 1000}{100} = 586 \text{ mg}/\ell;$$

$$\text{SO}_4^{2-} = \frac{1000 \cdot 0,9990 \cdot 1000}{100} = 9990 \text{ mg}/\ell;$$

$$\text{Cl}^- = \frac{1000 \cdot 0,3763 \cdot 1000}{100} = 3763 \text{ mg}/\ell;$$

$$\text{HCO}_2^- = \frac{1000 \cdot 0,6322 \cdot 1000}{100} = 6322 \text{ mg}/\ell.$$

Indi olary ekwiwalentlerine bölüp mg-ekw/ℓ –de aňladýarys:

$$\text{Ca}^{2+} = \frac{4080}{20} = 204,0 \text{ mg-ekw}/\ell;$$

$$\text{Mg}^{2+} = \frac{1339}{12} = 111,6 \text{ mg-ekw}/\ell;$$

$$\text{Na}^+ = \frac{2070}{23} = 90,0 \text{ mg-ekw}/\ell;$$

$$\text{K}^+ = \frac{586}{39,09} = 15,0 \text{ mg-ekw}/\ell;$$

$$\text{SO}_4^{2-} = \frac{9990}{48} = 208,0 \text{ mg-ekw/l};$$

$$\text{Cl}^- = \frac{3763}{35,5} = 106,0 \text{ mg-ekw/l};$$

$$\text{HCO}_3^- = \frac{6322}{61} = 103,6 \text{ mg-ekw/l}.$$

$$\Sigma_{\text{kationlar}} = 204,0 + 111,6 + 90,0 + 15,0 = 420,6 \text{ mg-ekw/l}.$$

$$\Sigma_{\text{anionlar}} = 208,0 + 106,0 + 103,6 = 417,6 \text{ mg-ekw/l}.$$

Ýalňyslyk:

$$x = \frac{\Sigma_{an} - \Sigma_{kat}}{\Sigma_{an} + \Sigma_{kat}} \cdot 100 = \frac{417,6 - 420,6}{417,6 + 420,6} \cdot 100 = \frac{3}{838,2} \cdot 100 = 0,35\%.$$

Ýalňyslyk 1% -den az, diýmek, analiziň ýerine ýetirilişi kana-gatlanarly. Ionlaryň ekwiwalenti %-e deňdir.

$$\text{Ca}^{2+} = \frac{204,0}{\Sigma_{an} + \Sigma_{kat}} \cdot 100 = \frac{204,0}{417,6 + 420,6} \cdot 100 = \frac{204,0}{838,2} \cdot 100 = 24,33\% ;$$

$$\text{Mg}^{2+} = \frac{111,6}{838,2} \cdot 100 = 13,31\% ;$$

$$\text{Na}^+ = \frac{90,0}{838,2} \cdot 100 = 10,73\% ;$$

$$\text{K}^+ = \frac{15,0}{838,2} \cdot 100 = 1,78\% ;$$

$$\text{SO}_4^{2-} = \frac{208,0}{838,2} \cdot 100 = 24,81\% ;$$

$$\text{Cl}^- = \frac{106,0}{838,2} \cdot 100 = 12,64\% ;$$

$$\text{HCO}_2^- = \frac{103,6}{838,2} \cdot 100 = 12,35\% .$$

$$\text{Jemi} = 99,95 \sim 100\% .$$

88-nji mesele.

Derýanyň suwunyň analizi şeýle netijeleri beripdir (mg/l):

$$\text{Ca}^{2+} \text{ — } 61,1$$

$$\text{Mg}^{2+} \text{ — } 13,7$$

HCO_3^- — 219,6

SO_4^{2-} — 46,5

Cl^- — 17,9 .

Şol suwdaky Na^+ -nyň mukdaryny tapmaly.

Çözülişi:

$$\sum_{\text{mg-ekw/l}}^{\text{kationlar}} = \sum_{\text{mg-ekw/l}}^{\text{anionlar}}$$

Onda:

$$\text{Na}^+_{\text{mg/l}} = (\sum_{\text{mg-ekw/l}}^{\text{anionlar}} - \sum_{\text{mg-ekw/l}}^{\text{kationlar}}) \cdot 23$$

$$\text{Na}^+ = [(\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})] \cdot 23$$

$$\begin{aligned} \text{Na}^+ &= \left[\left(\frac{219,6}{61} + \frac{46,5}{48} + \frac{17,9}{35,5} \right) - \left(\frac{61,1}{20} + \frac{13,7}{12} \right) \right] \cdot 23 = \\ &= [(3,6 + 0,96 + 0,50) - (3,05 + 1,14)] \cdot 23 = (5,06 - 4,19) \cdot 23 = \\ &= 0,87 \cdot 23 = 20,01 \text{ mg/l} . \end{aligned}$$

8. ANALIZIŇ NETIJELERINI DUZUŇ MUKDARYNA GEÇIRMEK

89-njy mesele.

Topragyň analizi netijesinde tapylypdyr (%):

CaO — 7,59

MgO — 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.

$$\text{Onda } \text{CaSO}_4 = 5,61 \cdot \frac{\mu_{\text{CaSO}_4}}{\mu_{\text{SO}_3}} = 9,54 \% .$$

Indi CaO -nyň CaSO_4 bilen baglanyşan mukdaryny tapalyň:

$$\text{CaO}_{\text{CaSO}_4} = \frac{9,54 \cdot \text{CaO}}{\text{CaSO}_4} = \frac{9,54 \cdot 56}{136} = 3,92 \%$$

CaO –niň galan bölegi: $\Delta \text{CaO} = 7,59 - 3,92 = 3,67\%$

CaCO₃ bilen baglanyşandyr:

$$\text{CaCO}_3 = 3,67 \cdot \frac{\mu_{\text{CaCO}_3}}{\mu_{\text{CaO}}} = 3,67 \cdot \frac{100}{56} = 6,55\%$$

Indi CO₂ –niň CaCO₃ bilen baglanyşan mukdaryny tapýarys:

$$\text{CaCO}_2\text{CaCO}_3 = \frac{6,55 \cdot \text{CO}_2}{\text{CaCO}_3} = \frac{6,55 \cdot 44}{100} = 2,88\%$$

CO₂ –niň galan bölegi MgCO₃ bilen baglanyşandyr.

$$\Delta \text{CO}_2 = 5,20 - 2,88 = 2,32\%$$

$$\text{MgCO}_3 = 2,32 \cdot \frac{\mu_{\text{MgCO}_3}}{\mu_{\text{CO}_2}} = 2,32 \cdot \frac{84}{44} = 2,32 \cdot 1,90 = 4,40\%$$

90-njy mesele.

Tebigy suwuň analizi şu netijeleri berdi (mg-ekw/l):

Ca²⁺ — 3,05 ;

Mg²⁺ — 1,13 ;

Na⁺ — 0,90 ;

HCO₃⁻ — 3,60 ;

SO₄²⁻ — 0,97 ;

Cl⁻ — 0,51 .

Şularyň duz düzümini tapmaly. Şu tertipde ionlary baglaşdyrmaly: Ca(HCO₃)₂, Mg(HCO₃)₂, MgSO₄, Na₂SO₄, NaCl

Çözülişi:

$$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \text{ mg-ekw/l} = \text{Ca}^{2+} \text{ mg-ekw/l} = 3,05 .$$

Sebäbi başga ýerde Ca²⁺ ýok

$$\begin{aligned} \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \text{ mg-ekw/l} &= \text{HCO}_3^- \text{ mg-ekw/l} - \text{Ca}^{2+} \text{ mg-ekw/l} = \\ &= 3,60 - 3,05 = 0,55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MgSO}_4 \text{ mg-ekw/l} &= \text{Mg}^{2+} \text{ mg-ekw/l} - \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \text{ mg-ekw/l} = \\ &= 1,13 - 0,55 = 0,58 . \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ mg-ekw/l} &= \text{SO}_4^{2-} \text{ mg-ekw/l} - \text{MgSO}_4 \text{ mg-ekw/l} = \\ &= 0,97 - 0,58 = 0,39 \end{aligned}$$

$$\text{NaCl} \text{ mg-ekw/l} = \text{Cl}^- \text{ mg-ekw/l} = 0,51 .$$

Jemlöp ýazsak alarys:

Maddalar	mg-ekw/ℓ
Ca(HCO ₃) ₂	3,05
Mg(HCO ₃) ₂	0,55
MgSO ₄	0,58
Na ₂ SO ₄	0,38
NaCl	0,51

Gury madda geçirmek

91-nji mesele.

Tehniki natriý sulfaty analiz edilende tapylypdyr (%):

Na₂SO₄ — 87,56

NaCl — 1,14

H₂O — 11,30

100%

Gury madda geçirip täzedden hasaplamaly.

Çözülişi:

Gury maddalaryň umumy mukdary deňdir.

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl} = 87,56 + 1,14 = 88,70\%$$

Onda olaryň hersiniň % mukdary deňdir:

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 = \frac{87,56 \cdot 100}{88,70} = 98,71\%$$

$$\text{NaCl} = \frac{1,14 \cdot 100}{88,70} = 1,29\%$$

$$\text{Jemi} = 100,00\%$$

92-nji mesele.

Dolomit şeýle düzüme eýe (%):

CaO — 30,14

MgO — 23,48

Fe₂O₃ + Al₂O₃ — 2,20

SiO₂ — 5,38

CO₂ — 39,10 .

Köydürilenden soň CO_2 -niň mukdary 2%. Köydürilenden soň dolomitiň % düzümini hasaplamaly.

Çözülişi:

Köydürilmänkä CO_2 -den beýleki komponentleriň jeminiň mukdary deňdir: $100 - 39,10 = 60,90\%$

Köydürilenden soň olaryň mukdary: $100 - 2 = 98,00\%$.

Diýmek, köydürilenden soň ähli komponentleriň mukdary $\frac{98}{60,9}$ gatnaşykda köpelyärler.

Onda:

$$\text{CaO} = \frac{98}{60,9} \cdot 30,14 = 1,61 \cdot 30,14 = 48,50 \%$$

$$\text{MgO} = 1,61 \cdot 23,48 = 37,80\%$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 = 1,61 \cdot 2,20 = 3,54\%$$

$$\text{SiO}_2 = 1,61 \cdot 5,38 = 8,66\%$$

$$\text{CO}_2 = 2\%$$

$$\text{Jemi} = 100,5\%$$

93-nji mesele.

Gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 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

$$\text{öwürýäris: } \frac{20,93 \cdot (100 - 2,50)}{100} = 20,41 \%$$

Alnan netijäni gidroskopik çyglylyk bilen goşýarys:

$$20,41 + 2,50 = 22,91\%$$

9. EMPIRIK (IÑ ÝÖNEKEYÝ) FORMULALARYŇ HASAPLANYŞY

94-nji mesele.

Surmanyň sulfidi analiz edilende, 72,29% Sb we 27,63% S alnypdyr. formulasyny tapmaly. Onuň empirik

Çözülişi:

$$\text{Sb} : \text{S} = \frac{72,29}{121,8} : \frac{27,63}{32} = 0,59 : 0,86.$$

Olary iň kiçi 0,59-a bölüp alýarys:

$$\text{Sb} : \text{S} = \frac{0,59}{0,59} : \frac{0,86}{0,59} = 1 : 1,5.$$

Olary 2-ä köpeldip, bitin sanlara öwürýäris: $\text{Sb} : \text{S} = 2 : 3$
Diýmek, onuň empiriki formulasy Sb_2S_3 .

95-nji mesele.

64,19% Cu we 35,81% hlor saklaýan misiň duzunyň formulasy-ny tapmaly.

Çözülişi:

$$\text{Cu} : \text{Cl} = \frac{64,19}{63,57} : \frac{35,81}{35,5} = 1,01 : 1,01.$$

Diýmek, CuCl .

96-njy mesele.

Aşakdaky düzüme eýe bolan käbir silikatnyň formulasy tapmaly:

H_2O — 3,04

CaO — 18,92

Al_2O_3 — 17,23

SiO_2 — 60,81.

Çözülişi:

$$\text{H}_2\text{O} : \text{CaO} : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = \frac{3,04}{18,02} : \frac{18,92}{56,08} : \frac{17,23}{102,0} : \frac{60,81}{60,09} =$$

$$= 0,17 : 0,34 : 0,17 : 1,02 = 1 : 2 : 1 : 6.$$

Bu ýerden: $\text{H}_2\text{O} \cdot 2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$.

10. SANLARY LOGARIFMIRLEMENIŇ 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:

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]. \quad (1)$$

Erginiň pH-y bu ergindäki H^+ - ionlarynyň konsentrasiýasyny $[\text{H}^+]$ 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:

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}. \quad (2)$$

Önden bilşimiz ýaly, $[\text{OH}^-]$ – gidroksid ionlarynyň konsentrasiýasynyň üsti bilen erginiň pOH-ny tapyp bolýar.

$$\text{pOH} = -\lg [\text{OH}^-]. \quad (3)$$

Eger biz erginiň pOH-ny bilsek, aşakdaky formuladan erginiň pH-ny hem tapyp bileris.

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}; \text{ çünki}$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14.$$

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 karakteristikasy onuň bitin görkezijisi, mantissasy bolsa oturdan soňky görkezijisi bolýar.

Islendik sanyň karakteristikasy 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:

$$\begin{aligned}\lg 18 &= 1,2553 \\ \lg 465 &= 2,6674 \\ \lg 2005 &= 3,3021.\end{aligned}$$

Eger-de logarifmirlenýän nollar bar bolsa, onda ýokarsynda (-) minus goýlup, nollaryň sanyna deň karakteristika ýazylýar we galan nollardan beýleki sanlary boýunça jedwelden mantissa tapylýar.

$$\begin{aligned}\lg 0,1261 &= \overline{1},1007 \\ \lg 0,0034 &= \overline{3},5315 \\ \lg 0,0006 &= \overline{4},7782.\end{aligned}$$

Gerek ýagdaýynda karakteristikanyň ýokarsyndaky minusy sanyň önüne geçirmeli bolýar.

Meselem:

$$\begin{aligned}\overline{1},2678 \\ \overline{2},5143 \\ \overline{3},4385.\end{aligned}$$

Munuň üçin ýokarsyndan karakteristika +1, mantissa -1 ýazylyp, soň goşulýar.

$$\frac{\begin{array}{r} +1-1 \\ \hline 1,2678 \end{array}}{-0,7322}; \frac{\begin{array}{r} +1-1 \\ \hline 2,5143 \end{array}}{-1,4857}; \frac{\begin{array}{r} +1-1 \\ \hline 3,4385 \end{array}}{-2,5615}.$$

Kähalatlarda bolsa, tersine, (-) minus öňünde berlen bolsa, şol minusy karakteristikanyň üstüne çykarmaly bolýar. Munuň üçin ýaňky ýaly edilýär, ýöne ýokarda -1 +1 goýulýar.

Geliň muny ýaňky tapan öňi minusly sanlarymyzda göreliň:

$$\frac{\begin{array}{r} -1+1 \\ \hline -0,7322 \end{array}}{1,2678}; \frac{\begin{array}{r} -1+1 \\ \hline -1,4857 \end{array}}{2,5143}; \frac{\begin{array}{r} -1+1 \\ \hline -2,5615 \end{array}}{3,4385}.$$

Görnüşi ýaly, şol öňki ýokarsy minusly sanlary aldyk.

Kähalatlarda haýsy hem bolsa, bir sanyň logarifmi belli bolsa, tersine, antilogarifmirläp başlangyç sany tapmaly bolýar.

Meselem:

$$1 \text{ gx} = 2,6972.$$

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 karakteristika boýunça tapylan sanyň oturyny kesýäris. Biziň mysalymyzda karakteristika 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 ýa-da 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:

$$[H^+] = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$[H^+] = 0,7 \cdot 10^{-8}$$

$$[H^+] = 5 \cdot 10^{-9}$$

$$[H^+] = 0,07 \cdot 10^{-11}$$

$$[H^+] = 1,8 \cdot 10^{-2}$$

$$pH = -\lg[H^+]$$

$$pH_1 = -\lg 2 \cdot 10^{-3} = -(\lg 2 + \lg 10^{-3}) = -(0,3010 + (-3)) = -(-2,699) = 2,699;$$

$$pH_2 = -\lg 0,7 \cdot 10^{-8} = -(\lg 0,7 + \lg 10^{-8}) = -(\bar{1},8451 + (-8)) = -(-0,1549 - 8) = -(-8,1549) = 8,1549;$$

$$\left(\begin{array}{c} +1-1 \\ \hline 1,8 \ 451 \\ -0,1549 \end{array} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{pH}_3 &= -\lg 5 \cdot 10^{-9} = -(\lg 5 + \lg 10^{-9}) = -(\lg 0,6990 + (-9)) = \\ &= -(0,6990 + (-9)) = -(0,6990 - 9) = -(-8,301) = 8,301; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH}_4 &= -\lg 0,07 \cdot 10^{-11} = -(\lg 0,07 + \lg 10^{-11}) = -(\bar{2},8451 + (-11)) = \\ &= -(-1,1549 - 11) = -(-12,1549) = 12,1549; \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} +1-1 \\ \hline \bar{2},8451 \\ -1,1549 \end{array}$$

$$\begin{aligned} \text{pH}_5 &= -\lg 1,8 \cdot 10^{-2} = -(\lg 1,8 + \lg 10^{-2}) = -(0,2553 + (-2)) = \\ &= -(2553 - 2) = -(-1,7447) = 1,7447. \end{aligned}$$

Onda, $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ formuladan pOH deęiřli bahalary deędir:

$$\text{POH}_1 = 14 - \text{pH}_1 = 14 - 2,699 = 11,301;$$

$$\text{POH}_2 = 14 - \text{pH}_2 = 14 - 8,1549 = 5,8451;$$

$$\text{POH}_3 = 14 - \text{pH}_3 = 14 - 8,301 = 5,699;$$

$$\text{POH}_4 = 14 - \text{pH}_4 = 14 - 12,1549 = 1,8451;$$

$$\text{POH}_5 = 14 - \text{pH}_5 = 14 - 1,7447 = 12,2553.$$

Ine, řeyle usul bilen beyleki sanlaryň hem logarifmleme hasaplamlary ýerine ýetirilýär. Dört belgili sanlaryň onluk logarifmleri we antilogarifmleri goşundyda getirilendir.

III bap

ANALITIKI HIMIÝADAN LABORATORIÝA IŞLERINIŇ USULÝETLERI

LABORATORIÝA IŞLERINI ÝERINE ÝETIRMEKLIĞIŇ 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 şkaф



28-nji surat.
Mufel peji



29-njy surat.
Dürli görümdäki ölçeg kolbalary



30-njy surat.
500 ml-lik ölçeýji silindr



31-nji surat.
**12 öýjüklü probirkalar
üçin ştativ**



32-nji surat.
Farfor sokuýjy



33-nji surat.
**70 mm-lik trubka
gysajy**



34-nji surat.
**Gap ýuwmak üçin
kirpijikler**



35-nji surat.
Süzüji guýguçlar



36-nji surat.
**Tejribehana elektrik
plitkasy**



37-nji surat.
**Tejribehanada suwly
hammam gaby**



38-nji surat.
Tigel tutguçlary

işlemelidirler we mugallymyndan birug-sat hiç zady ellemeli däldir. Tejribehana-da iýmit kabul etmek ýa-da himikatlary öz ýanyň bilen ýaşayan 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 mugallymyňa 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 tejribehana-da gerekli derman we beýleki tiz kömek serişdeleri bolmalydyr. Tejribehana-da ulanylýan enjamlaryň käbir görnüşleri aşakda getirilendir.

1-nji laboratoriya işi

Hil analizi

Işin 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).

Işin 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 ereý-jiligi we şuna 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 reaktiwiniň kömegi bilen iň az mukdardaky maddany (iony) açyp ýa-da tapyp bilmecliffe aýdylýar (0,01-0,03 ml). Maddanyň düzümindäki kationlaryň erginde bardygyny ýa-da ýokdugyny kesgitlemek üçin toparyň toparlaýyn reaktiwini 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 reaktiwini bilen çökdürilen çökündileri täzeden eredip, düzümindäki ionlary häsiýetli täsirleşmeleriň kömegi bilen açýarlar.

Mn^{++} we Co^{++} bilelikde çökýändigini sebäpli, olaryň her haýsyny aýratyn usul bilen açmak bolýar.

- Co^{++} iony NH_4CNS bilen (amil spiritiň gatnaşmagynda);
- 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 hödürülenýän 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 esasyalaryny 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 laboratoriya işi

Anionlaryň hil analizi

Işniň maksady: I, II toparlaryň anionlarynyň açylyşyny öwrenmek.

Gerekli reaktiwler: $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, KMnO_4 , NaCl , CaCl_2 , H_2SO_4 (kons.), MgCO_3 , H_2SO_4 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, Na_3PO_4 , HNO_3 , FeCl_3 , $\text{Fe}(\text{SCN})_3$, H_3PO_4 , $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, HCl (6n), Na_2SO_4 , BaCl_2 .

Gerekli enjamlar: probirkalar, spirt şemi, tutgyçlar.

Işniň ýerine ýetirilişi.

I toparyň anionlarynyň hil analizi

Hlor iony açmak

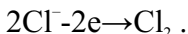
Köp metallaryň hloridleri suwda ereýärler. Az ereýän hloridlere kümüşň, simabyň (I), gurşunyň we ş.m. hloridleri girýärler. Az ereýän hloridler reňksizdirler. Ýöne käbir elementleriň hloridleri reňkli bolýar. Olara şular degişlidir:

$\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – gök-syýa reňkli;

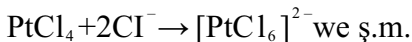
$\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – gyzylymtyl bägül-syýa reňkli;

$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – gyzylymtyl bägül reňkli.

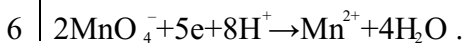
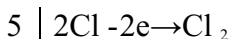
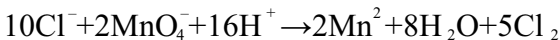
Hlorowodorod kislotasy we onuň duzlary turşy sredada gaýtaryjdyrlar we güýçli okislendirijiler bilen okislenip element hlory bölüp çykarýarlar:



Käbir hloridler hlor ionyny birleşdirip, kompleks birleşme-ionlary emele getirmäge hem ukyplydyr:



1. Hlorowodород kislotasynyň we hloridleriň güýçli okislendirijide okislenişi we Cl_2 bölüp çykaryşy.



II toparyň anionlarynyň hil analizi

II-nji topar anionlaryň bariý duzlary suwda eremeýärler, ýöne olar (BaSO_4 -den başgasy) HCl , 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 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ sary reňkde, galanlary reňksizdir.

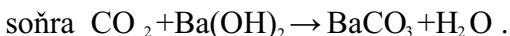
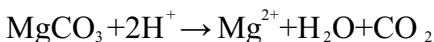
II-nji toparyň anionlary kümüş iony bilen eremezek duzlary emele getirýärler.

Karbonat ionynyň açylyşy

Güýçli esaslaryň kationlary bilen emele gelen kömür kislotasynyň duzlary suwda erände gidroliz geçýändigini üçin erginleri aşgar sredaly bolýarlar. Köp karbonatlar suwda eremeýärler. Diňe aşgar metallaryň (Li_2CO_3 -den başgasy) we ammoniý kationlary suwda ereýärler we reňki bolmaýar.

1. Uglerodýň ikili oksidiniň emele geliş täsirleşmesi.

Täsirleşmäni geçirmek üçin barmak şekilli çykyntyly çüýşe enjamdan peýdalanmaly. Onuň bir çykyndysyna gury maddany ýa-da 1-5 ml derňelýän maddanyň erginini, beýlekisine $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 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 gelendiginini görersiňiz. Onuň sebäbi birinji çykyntgydan bölünip çykýan CO_2 ikinji çykyntgydaky $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ýa-da hek suwy bilen täsirleşip, ak çökündi ýa-da bulanjak ergin (CaCO_3 , BaCO_3) emele gelýär.



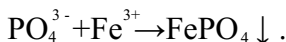
Reaksiýany $\text{pH} < 7$ bolanda-turşy sredada geçirmeli. Şeýle şertlerde sulfidler we tiosulfatlar hem dargap CO_2 gazyny emele getirýändigini üçin CO_3^{2-} açmaga päsgel berýärler. Şonuň üçin olar öňünden $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ýa-da KMnO_4 bilen okislendirilen bolmaly, ýagny birinji çykyntga azajyk $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ýa-da KMnO_4 goşmaly.

Fosfat ionynyň açylyşy

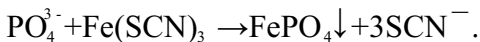
Ortofosfor kislotasy H_3PO_4 üç esasly kislota bolany üçin, üç hatar duzlary - iki hili turşy we orta duzlary emele getirýär - digid-rofosfatlar, gidrofosfatlar we fosfatlar. Köp fosfatlar suwda eremeýärler. Fosfatlaryň köpüsi reňksiz ýa-da sary reňklidirler. Fosfat iony açmak üçin şu täsirleşmeler peýdalanylýar.

1. Demriň (III) duzlar bilen täsirleşmesi.

Demiriň (III) duzlar fosfat iony bilen suwda eremeýän, sarymtyl ak uksus kislotasynda eremeýän çökündi emele getirýär.

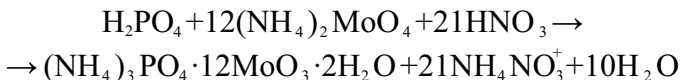


Has effektiw täsirleşme demir rodanidi bilen fosfat ionyň arasyndaky täsirleşmedir. Sebäbi onda diňe bir FePO_4 çökündi emele gelmän, demir rodanidiniň gyzylgan reňkli çökündisi hem öçýär.



2. Ammoniy molibdaty bilen täsirleşme.

Barlanylýan erginden birnäçe damjany farfor tigeline ýa-da okarajygyna guýup, üstüne 2-3 damja konsentrirenen azot kislotasyny damdyryp, sorujy şkafyň aşagynda guraýança gyzdymaly. 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 $(\text{NH}_4)\text{MoO}_4$ damdyrmaly. Garyndyny gyzdymaly. Eger-de PO_4^{3-} bar bolsa, onda entäk sowuk wagtynda sary çökündi ammoniy fosformolibdaty $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ emele geler.



Gaýtaryjy HCl reaksiýa päsgel berýär.

Sulfat ionynyň açylyşy

Gowşak esaslar bilen kükürt kislotasynyň emele getiren duz-larynyň suw erginleriniň turşy sredasy bolýar. Köp sulfatlar suw-da ereýärler. Eremeyän sulfatlara BaSO_4 , CaSO_4 , SrSO_4 , PbSO_4 , HgSO_4 degişlidir. Sulfat ion – reňksizdir.

Sulfat iony açmak üçin şu reaksiýany ulanýarlar:

1. Bariý hlorigi 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 eremeyän kristal ak çökündi BaSO_4 emele geler. Başga ionlar açylyşa päs-gel 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 laboratoriya 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, $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$, NaOH, NH_4Cl , $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$, $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$, CH_3COONa , Nessleriň reaktivi, MgSO_4 , Na_2HPO_4 , NH_4OH , O-oksihinolin.

II analitiki toparyň kationlary. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, CaCl_2 , Na_2CO_3 , HCl, HNO_3 , CH_3COOH , $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, NH_4Cl , NH_4OH , SrCl_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, BaCl_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

III analitiki toparyň kationlary. $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, AlCl_3 , CrCl_3 , KOH, NH_4OH , CoCl_2 , NH_4SCN , FeCl_3 , NH_4F , FeCl_3 , FeSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, AgNO_3 , $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, BaCl_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, Na_2SO_3 , H_2SO_4 , benzidin.

Gerekli enjamlar: probirkalar, aýna taýajyklar, indikator uniwersal kagyzzlar, spirt şemi, tutgyçlar.

**Kationlaryň I analitiki topary
Umumy häsiýetnamasy**

Şu kitapda kükürtwododorod 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 – $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$;

3 topar – Al^{+++} , Cr^{+++} , Mn^{++} , Fe^{++} , Fe^{+++} , Co^{++}

Toparlaýyn reaktiw - $(\text{NH}_4)_2\text{S}$;

4 topar – Hg^{++} , Cu^{+++} , Su^{++} , Sn^{IV}

Toparlaýyn reaktiw – H_2S ;

5 topar – Ag^+ , Pb^{++} , $[\text{Hg}_2]^{++}$

Toparlaýyn reaktiw – HCl .

Birinji analitiki topara kationlar Na^+ , K^+ , Li^+ , NH_4^+ , Mg^{++} , Rb^+ , Cs^+ ionlary girýärler.

Aşgar metallary D.I. Mendeleýewiň periodiki sistemasynyň 1-nji toparynyň baş toparçasyna, Mg^{+2} bolsa, 2-nji toparyň baş toparçasyna girýärler. Magniý kationyny özünüň birnäçe häsiýetleri boýunça ikinji toparyň kationlaryna goşmak mümkin hem bolsa, ony birinji toparyň kationlary bilen öwrenýärler. Sebäbi, bariniň, stronsiniň we kalsiniň karbonatlary suwda gowy eremýär. Emma II toparyň toparlaýyn reaktiw $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 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 reaktiw ýok.

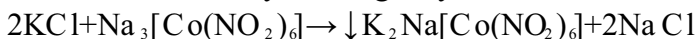
$\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ – sary kristal çökündi;

$\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ – ak kristal çökündi.

2-nji bölege: Li^+ , Na^+ , Mg^{+2} - toparlaýyn reaktiw ýok.

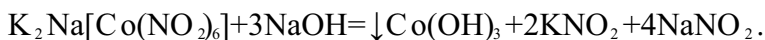
Kaliý ionynyň täsirleşmeleri

1. Geksanitrokobaltat (III) natriý $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ pH=3 sreda-da kaliý iony bilen sary kristal çökündi $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ kaliñiň we natriniň ikili duzuny emele getirýär:



ýa-da ion formada: $2\text{K}^+ + \text{Na}^+ + [\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-} \rightarrow \downarrow \text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$.

Emele gelen birleşme aşgarda dargamak bilen goýy-goňur reňkli çökündi kobaltyň (III) gidroksidini emele getirýär:



Reaksiýany geçirmek üçin $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ 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 $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ guýmaly we probirkanyň diwaryny aýna taýajyk bilen sürtmeli. Şonda sary kristal çökündi emele gelýär.

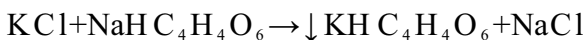
Erginde NH_4^+ - ionynyň bolmagy şu täsirleşmäni geçirmäge päsgel berýär, sebäbi NH_4^+ - iony hem şu reaktiw bilen sary kristal çökündini emele getirýär.



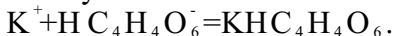
Eger-de ergin güýçli turşy sredasynda bolsa, onda onuň üstüne tä pH=3 bolýança natriý asetatyny guýmaly.

Şeýlelikde, kaliý kationyny $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ reaktiw bilen açmak üçin täsirleşmäni uksus-turşy sredasynda geçirmeli. Eger-de erginde NH_4^+ duzlary bar bolsa, onda ony gyzdirmek, ýagny ýakmak bilen erginiň düzüminden aýyrmalydyr.

1. Gidrotartrat natriý $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ kaliý iony bilen pH=5-7 sreda-da ak kristal çökündi $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ emele getirýär.



ýa-da ion formada



Çökündiniň häsiýetlerini barlamaly:

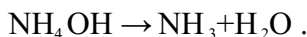
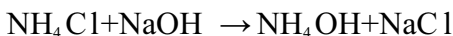
a) gyzgyn we sowuk suwda; b) aşgarlarda we mineral kislo-
talarda.

Ammoniy iony şu reaktiw bilen edil şunuň ýaly çökünci emele getirmegi sebäpli, kaliniň açylmagyna päsgel berýär.

Ammoniy ionynyň täsirleşmeleri

1. NaOH we KOH täsiri

Ammoniniň duzunyň erginine aşgar täsir etdirip gyzdyrylsa, ammiak gazy bölünip çykýandygy ysy boýunça ýa-da lakmus ka-
gyzynyň reňkiniň üýtgemegi bilen kesgitlenýär.

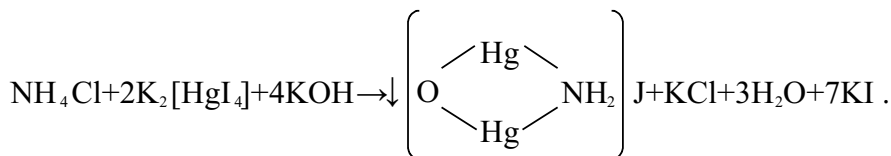


Täsirleşmäniň ýerine ýetirilişi

Probirka 0,5-1 ml ammoniy ionyny saklaýan ergin ýerleş-
dirýärler 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

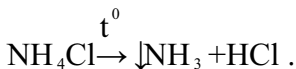
Nessleriň reaktivi aşgar sredasynda ammoniy iony bilen
gyzyl-goňur reňkli çökünci emele getirýär.



Täsirleşmäniň ýerine ýetirilişi

0,5 ml ammoniy ionyny saklaýan erginiň üstüne 1-2 ml Ness-
leriň reaktivi guýulýar. Gowy garylardan soňra gyzyl-goňur çö-
künci emele gelyär. Egerde ammoniy ionynyň konsentrasiýasy
örän az bolsa onda çökünci emele gelmän, ergin gyzyl-goňur
reňke öwrülýär. Munuň açylmagyna reňkli we az ereýän gidrok-
sidleri emele getirýän ionlar päsgel berýärler.

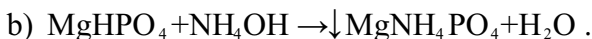
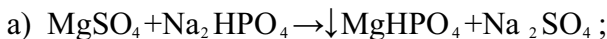
Ammoniy ionynyň Na^+ we K^+ ionlarynyň açylmagyna päsgel berýändigini sebäpli ergini bugartmak arkaly NH_4^- ionyny erginden aýyrmaly.



Soňra Nessleriň reaktivi bilen aýna plastinkanyň üstünde barlamaly.

Magniy ionynyň täsirleşmeleri

1. Natriy gidrofosfaty Na_2HPO_4 ammoniy iony bilen $\text{pH} > 7$ sreda-da NH_4^+ ergininiň gatnaşmagynda ak kristal çökündi MgNH_4PO_4 emele getirýär:



Magniy ionynyň açylmagyna az ereýän fosfatlary emele getirýän ionlar päsgel berýärler. NH_4^+ , K^+ we Na^+ ionlary päsgel bermeyärler.

Täsirleşmäniň ýerine ýetirilişi

1-2 damja magniy ionyny saklaýan erginiň üstüne 1-2 damja Na_2HPO_4 erginini guýýarlar we bulamak bilen 1 damjadan NH_3 erginini tä ammiagyň ysy emele gelyänçä guýulýar. Ak kristal şekilli çökündi emele gelyär. $70-100^\circ\text{C}$ -ä çenli gyzdyrylsa, çökündi tiz emele geler. Güýçli aşgar sredasynda täsirleşme geçirmeli däldir, sebäbi $\text{pH} > 10$ bolsa $\text{Mg}(\text{OH})_2$ we $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ maddalarynyň emele gelmekleri mümkindir.

2. Mikrokrystaloskopiki täsirleşme.

Bu täsirleşme MgNH_4PO_4 görnüşli kristallaryň emele gelmegine esaslanandyr. Eger haýal kristallaşmak geçse (magniy duzunyň ergini gowşak bolsa,) onda kristallar emele gelyär. Egerde tiz kristallaşmak geçse (magniy duzunyň konsentrasiýasyny köpräk saklaýan ýa-da özünde köp mukdarda NH_4^+ -ionyny saklaýan ergin), onda ýyldyz şekilli ýa-da agaç görnüşli kristallar emele gelyär.

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: $Mg(S_9H_6NO)_2$



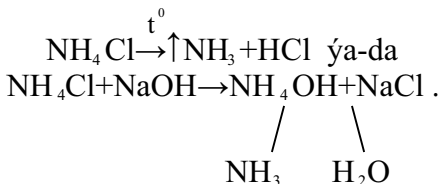
I toparyň kationlarynyň analiziniň gidişiniň gurluşy

1. Erginiň 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 reaksiwi bilen, NH_4^+ - ionynyň bardygyny ýa-da ýokdugyny ýene-de bir gezek barlaýarlar. Çökündini süzmeli we süzülip alnan erginde K^+ - iony açmaly.



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 girýärler. Bu aşgar ýer metallary D.I.Mendeleýewiň periodiki sistemasynyň ikinji toparynyň baş toparçasyna degişlidir. Toparyň toparlaýyn reagenti bolup ammiak we hlорly 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:

$$\begin{array}{ll} 1. \text{EKH}_{BaCO_3} = 4,93 \cdot 10^{-9} & \text{EKH}_{BaSO_4} = 9,9 \cdot 10^{-11}; \\ \text{EKH}_{SrCO_3} = 9,42 \cdot 10^{-9} & \text{EKH}_{SrSO_4} = 3,6 \cdot 10^{-7}; \\ \text{EKH}_{CaCO_3} = 1,7 \cdot 10^{-8} & \text{EKH}_{CaSO_4} = 6,26 \cdot 10^{-5}. \end{array}$$

2. Sulfatlara görä karbonatlar ýeňillik bilen ergine geçýär (sebäbi gowşak kislotanyň duzlary kislotalarda aňsatlyk bilen ereýär).

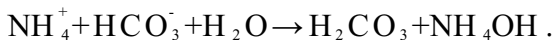
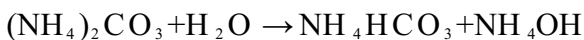
3. Karbonat ionyň (CO_3^{2-}) artykmajy erginden ýeňillik bilen aýrylýar, turşadylanda dargaýar: $H_2CO_3 = H_2O + CO_2$

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.

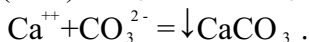
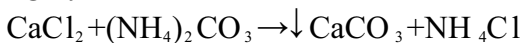
Toparlaýyn reagentiň täsiri

II-nji toparyň kationlaryny doly aýyrmak üçin erginiň sredasy pH=9,2 bolmaly. Esasy roly $(NH_4)_2CO_3$ duzuň gidrolizi oýnaýar.

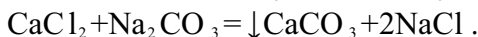


CaCO_3 , SrCO_3 , BaCO_3 maddalary çökýärler, birinji toparyň kationlary erginde galýar. Toparlaýyn reagentiň täsirini tejribede serediň.

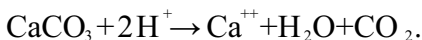
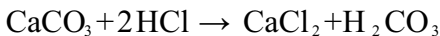
1. CaCl_2 we BaCl_2 erginlere $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ maddanyň täsiri: ak çökündi emele gelýär:



2. Şol erginleriň üstüne K_2CO_3 we Na_2CO_3 täsir edilende:



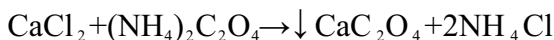
3. Birinji we ilkinji tejribelerde alynan çökündileriň üstüne HCl , HNO_3 , CH_3COOH tasir edilende:



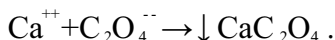
4. 1-2 damja CaCl_2 erginiň üstüne 1-2 damja $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ we köpräk NH_4Cl ergininden guýulsa, CaCO_3 şonda ereýär, sebäbi NH_4Cl duzuň gidrolizi geçip, HCl emele gelýär.

Kalsiý ionynyň reaksiýalary

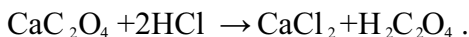
1. Ammoniy oksalaty $(\text{NH}_2)_2\text{C}_2\text{O}_4$ kalsiý iony bilen ak kristal çökündi CaC_2O_4 emele getirýär:



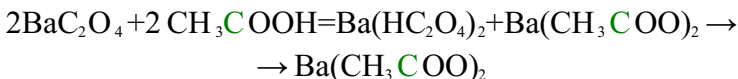
ion formada:



a) çökündi güýçli kislotalarda ereýär, emma uksus kislota-synda eremeýär:



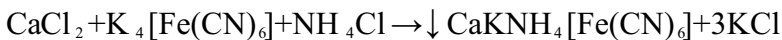
b) $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ bilen meňzeş çökündi berýän Ba^{2+} we Sr^{2+} ion-lary kalsiý ionynyň açylmagyna päsgel berýärler. BaC_2O_4 we SrC_2O_4 çökündileriniň CaC_2O_4 -den tapawudy bularyň uksus kis-lotasynda eremekleridir:



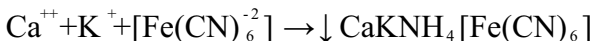
Reaksiýanyň ýerine ýetirilişi

2-3 damja kalsiý ionyny saklaýan erginiň üstüne 2-3 damja reagentiň erginini guýmaly. Ak kristal çökündi emele gelýär.

2. Geksasianferrat (II) kaliý $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ bilen reaksiýasy:



ion formasy:



Reaksiýanyň ýerine ýetirilişi

Probirkada 2-3 damja kalsiý iony saklaýan ergini 5 damja $(\text{NH}_4\text{ON} + \text{NH}_4\text{Cl})$ ergini we 2-3 damja reagentiň erginini garyşdyrýarlar. Probirkany gyzdymaly. Kristalik çökündiniň emele gelmegi kalsiniň bardygyny görkezýär. Çökündi uksus kislotaşynda eremeyär:

a) eger $\text{pH} > 7$ bolsa duýgurlygy ulalýar.

b) bir damja etanol guýulsa, çökündi tiz çököýär.

ç) Ba^{++} ionlary kalsiniň açylmagynyň reaksiýasyna päsgel berýärler.

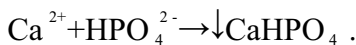
d) çökündi uksus kislotaşynda eremeyär. Bu ýagdaý bolsa SrCO_3 -den tapawutlandyrmaga kömek berýär, sebäbi aşgar sredasynda CO_3^{2-} -iony şunuň ýaly çökündi bermegi mümkin.

3. Ýalnyň reňklenmegi. Kalsiniň uçujy duzlary $(\text{CaCl}_2, \text{Ca}(\text{NO}_3)_2)$ gaz gorelkasynyň ýalnyny gyzył-kerpiç reňkine öwürýär.

4. Kükürt kislotaşy bilen mikrokristalloskopiki täsirleşme.

Sagat aýnajygynyň üstüne 1 damja CaCl_2 bilen 1 damja gowşadylan H_2SO_4 guýýarlar we suwly gapda çalaja gyzdyrýarlar. Şonda iňne şekilli kalsiniň sulfatynyň kristallary emele gelýär $(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$. Eger-de bariý we stronsiý ionlary kalsiden 10 esse köp bolsalar, onda olar kalsiniň açylmagyna päsgel berýärler.

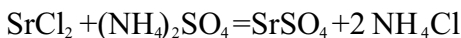
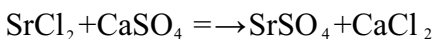
5. Natriý gidrofosfaty bilen kalsiniň ionlary ak çökündi emele getirýär:



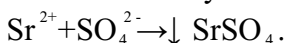
Çöküncü HCl, HNO₃, CH₃COOH kislotalarynda ereýär.

Stronsiý ionynyň reaksiýalary

1. H₂SO₄, (NH₄)₂SO₄ ýa-da gips suwy (doýgun CaSO₄·2H₂O suw ergini) stronsiniň ergini bilen ak çöküncü emele getirýär:



ion formasy:

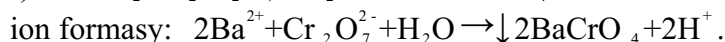
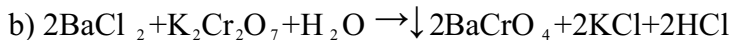
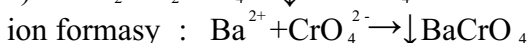
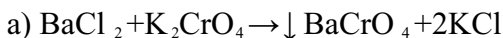


a) gyzdymaklyk stronsiniň sulfatynyň emele gelmegini tizleşdirýär.

b) täsirleşmäniň geçmegine bariý ionlary päsgel berýärler, sebäbi olar gyzdyrylmanka gips suwy bilen ak çöküncü sulfatlary emele getirýärler.

Bariý ionynyň reaksiýalary

1. Hromat (bihromat) kaliý bilen asetat bufer ergininde bariý iony sary kristal çöküncü emele getirýär:



Reaksiýanyň ýerine ýetirilişi

1-2 damja bariniň ionyny saklaýan erginiň üstüne 3-4 damja asetat natriniň erginini we 1-2 damja bihromat (hromat) kaliniň erginini guýýarlar. Probirkany suwly gapda gyzdyrýarlar. Bariý hromatynyň sary çöküncü 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 K₂Cr₂O₇ bilen çöküncü emele getirmeyärler we bariniň açylmagyna päsgel bermeyärler. 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) BaCrO₄ çökündisi güýçli kislotalarda ereýär, emma uksus

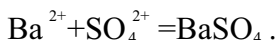
kislotalasynda eremeýär:



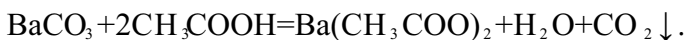
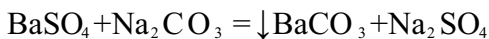
2. Ýalňyň reňklenmegi. Bariniň uçujy duzlary (BaCl₂, Ba(NO₃)₂)

gaz gorelkasynyň ýalnyny sarymytl – ýaşyl reňke öwürýär.

3. Kükürt kislotalary we onuň ereýji duzlary bariý iony bilen ak kristal çökündi BaSO₄ emele getirýär:



Çökündi gowşadylan güýçli kislotalarda eremeýär. Onuň ereýjiligi H₂SO₄-üň emele gelmekligi sebäpli, güýçli kükürt kislotalasynda has-da azalýar. BaSO₄ çökündisini eretmek üçin ony ilki bilen BaCO₃ çökündisine öwürýärler:

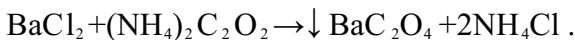


Bu reaksiýanyň geçmegine az ereýji sulfatlary emele getirýän Rb²⁺, Sr²⁺, Ca²⁺ ionlary päsgel berýärler.

Reaksiýanyň ýerine ýetirilişi

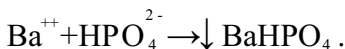
1-2 damja bariý ionyny saklaýan erginiň üstüne 1-2 damja 2n H₂SO₄ ýa-da aşgar metallaryň sulfatlaryny guýýarlar. Ak kristal çökündi emele gelýär.

4. Ammoniy oksalaty (NH₄)₂C₂O₄ bilen bariý ionlary ak çökündi emele getirýär:



Çökündi HCl, HNO₃ we CH₃COOH (kislotalarynda gyzdurylanda) ereýär.

5. Natriniň digidrofosfaty Na₂HPO₄ bilen bariý ionlary ak çökündi emele getirýär.



Ol çökündi HCl, HNO₃ we CH₃COOH kislotalarda ereýär.

II toparyň kationlarynyň analiziniň gidişiniň gurluşy

1. Barlanýan erginde ilki bilen Ba^{++} ionyny açmak:



Eger-de sary çökündi emele gelse, diýmek, Ba^{++} iony erginde bar.

2. Bariý ionyny açandan soň, ony çökdürüp aýyrmaly, sebäbi ol Ca^{++} iony açmaga päsgel berýär. 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 gyzdymaly, 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 gyzdymaly. Ca^{2+} ionyň 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 (Nessleriniň reaktivi ýa-da $NaOH$ bilen), soňra ikinji toparlyň 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 NH₄OH (ysy çykýança) we bir-neme NH₄Cl guýmaly. Ergini 80⁰C-ä çenli gyzdymaly we 25 minut ýöne goýmaly. Çökündini süzmeli. Süzülip alnan erginde I toparyň kationlaryny açmaly.

6. II toparyň kationlarynyň karbonatlaryny eretmek üçin çökündä 2 n CH₃COOH bilen täsir etmeli.

7. Bariý ionyny açmaly we çökdürip aýyrmaly. Şonuň üçin erginiň üstüne K₂Cr₂O₇+CH₃COONa goşmaly, Ba²⁺ ionynyň barlygynda sary kristal görnüşde BaCrO₄ çökündisi çökýär we ony süzüp erginden aýyrýarlar.

8. Ca²⁺ ionyny açmak we bölüp aýyrmak üçin ergine (NH₄)C₂O₄+CH₃COOH täsir etdirmeli. Ca²⁺ ionynyň barlygynda CaC₂O₄ ak kristal şekilli çökündi çöker we erginde Mg²⁺ iony galar.

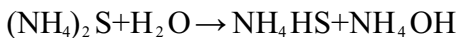
9. Mg²⁺ ionyny açmak üçin ergine Na₂HPO₄+NH₄OH+NH₄Cl reagentlerini täsir etdirýärler, şonda Mg² ionynyň barlygynda MgNH₄PO₄ ak kristal çökündi çöker.

10. K⁺ ionyny açmak. Eger-de erginde NH₄⁺ iony bar bolsa (ony biz (NH₄)₂CO₃ bilen girizýäris), onda ony aýyrmaly. Şonuň üçin probirka birneme süzülip alnan ergin alyp, üstüne NaOH guýup, tä ammiagyň ysy ýityňança gaýnatmaly. Gaýnadylýan erginde K⁺ ionyny açmak üçin Na₃[Co(NO₂)₆] täsir etdirmeli, emele gelen sary reňkli kristal çökündi K₂Na[Co(NO₂)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.

Ammoniy 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 H₂S deregine (NH₄)₂S ulanylýar, sebäbi onuň disosiasiýasy güýçli geçýär (konsentrasiýa köp bolýar). (NH₄)₂S – III topar kationlarynyň toparlaýyn reagenti. Bu ýagdaýda (NH₄)₂S özi hem ammoniy bufer ergini hökmünde bolýar pH=9,25.

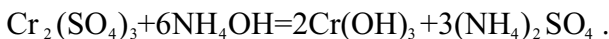
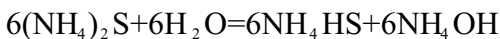


(NH₄)₂S (pH=7,2-9) üçünji toparyň kationlaryny iki bölege bölýär:

– **gidroksid görnüşinde:** Al(OH)₃, Cr(OH)₃ we başgalar – birinji topara.

– **sulfidler görnüşinde:** MnS, FeS, Fe₂S₃, CoS, ZnS we başgalar- ikinji topara.

Üçünji topar kationlaryň sulfidleriň köpüsi dürli-dürli reňk berýärler. Hidrolizi göz önünde tutup:



Gidrolizi göz önünde tutup Al⁺⁺⁺ üçin:

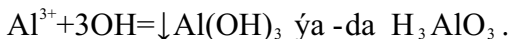


Al(OH)₃ ak reňkli çökündisi we Cr(OH)₃ mele-syýa reňkli çökündisi gowşadylan kislotalarda ereýärler.

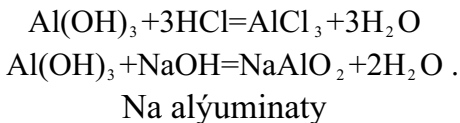
Alýuminiý ionynyň täsirleşmeleri

Alýuminiý hemme birleşmelerde üç walentli.

1. Natriniň (kaliniň) gidroksidi we ammiak alýumininiň iony bilen ak amorf çökündi alýumininiň gidroksidini emele getirýär (pH=5).



$\text{Al}(\text{OH})_3$ amfoter häsiyeti ýüze çykarýar. Oňa göz ýetirmek üçin çökündini iki bölege bölýärler we olaryň biriniň üstüne duz kislotasyny, beýlekisiniň üstüne bolsa iýiji natrini guýýarlar:



Bu iki ýagdaýda-da çökündi ereýär.

Täsirleşmäniň ýerine ýetirilişi

- a. Doly çökdürmek $\text{pH} \approx 5$ -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 gyzyly 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 kagyzy güýçli ammiak erginini saklaýan çüýşäniň agzyna tutýarlar. Gyzyly syýa reňkli tegmil emele gelýär, kagyzy elektrik plitkanyň üstünde tutmaly, şonda reagentiň syýa reňki açyk-sary reňke öwrülýär we gyzyly reňkiň emele gelşine gözegçilik etmek bolýar.

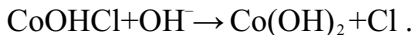
Kobalt kationynyň täsirleşmeleri

Kobalt öz birleşmelerinde +2, +3 we +4 walentli. Iň berk birleşmelerde kobaltnyň walentligi Co^{+2} .

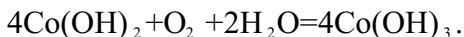
1. Iýiji aşgarlar KOH , NaOH , Co^{++} -iony bilen esas duzuň çökündisini emele getirýär:



Eger aşgar köpräk guýulsa we gyzdyrylsa çökündi gülgüne reňkli kobaltnyň gidroksidine geçýär:

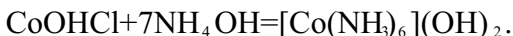


Howada dursa çökündiniň reňki ýuwaş-ýuwaşdan üýtgeýär – goňrumtyl reňke geçýär – kobaltyň (III) gidroksidi emele gelýär:



Çökündi kükürt kislotasynda eremeýär, ýöne $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$ 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:



Ammoniy duzlarynyň barlygynda Co^{++} -iony ammiak bilen çökündi emele getirmeýär.

3. Ammoniy rodanidi NH_4SCN Co^{++} -iony bilen kompleks duzy $(\text{NH}_4)_2[\text{Co}(\text{CNS})_4]$ emele getirýär.

Kompleks birleşmesiniň dissosiasiyasyny peseltmek üçin ammoniy rodanidiniň artykmaç mukdaryny guýmaly (0,5 ml Co^{++} iony saklaýan erginiň üstüne 2-3 ml rodanidiň doýgun erginini 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

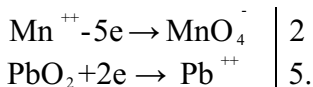
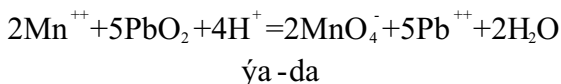
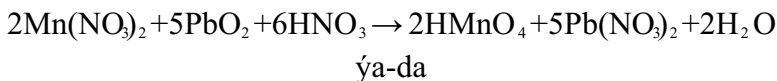
Marganes birleşmelerde okislenme derejesi +2,+3,+4, +6,+7 bolup bilýär.

1. $\text{Mn}^{++} \rightarrow \text{MnO}_4$ okislenmesini her hili ýol bilen geçirip bolýar: a) gurşunyň oksidi bilen okislenme:

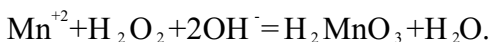
Täsirleşmäniň ýerine ýetirilişi

Probirka birneme PbO_2 ýa-da Pb_3O_4 ýerleşdirmeli, üstüne HNO_3 ($d=1,2 \text{ g/sm}^3$) guýmaly we ýuwaşlyk bilen gyzdyrmaly, 13-Sargyt 1392

erginiň reňki boýunça gurşunyň reaktiwi marganes bilen hapalandygy kesgitlenýär. Eger-de reaktiw arassa bolsa, şol probirkamyza 1-2 damja Mn^{++} -iony saklaýan ergin guýmaly. Ergin syýa-melewşe reňke öwrülýär:



b) wodorodyň peroksidi H_2O_2 aşgar sreda-da Mn^{+2} ionyny H_2MnO_3 -e çenli okislendirýär.



Fe⁺⁺ we Fe⁺⁺⁺ kationlarynyň reaksiýalary

Demir Fe^{++} , Fe^{+++} iony bolup biler.

Demir iki hili duzlary emele getirýär.

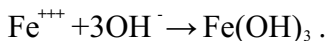
1. Okisiň duzlary – demir Fe^{+++} ;

2. Sakisiň duzlary – demir Fe^{++} ;

Fe⁺⁺⁺ kationynyň täsirleşmeleri

Üç walentli demriň duzlarynyň erginleriniň sary we gyzyl-goňur reňkleri bar.

1. Ýýji aşgarlar Fe^{+++} iony bilen gidroksid emele getirýärler:

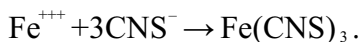


$Fe(OH)_3$ çökündisiniň amfoter häsiýetleri ýok we aşgaryň artykmaç mukdarynda eremeýär, sebäbi

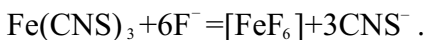
$$EKH_{Fe(OH)_3} = 3,8 \cdot 10^{-19}.$$

$Fe(OH)_3$ çökündisi şeýle-de ammoniý duzlarynda eremeýär. Fe^{+++} ionynyň üstüne ammiak (ammoniý duzlarynyň gatnaşmagynda) täsir edilse, $Fe(OH)_3$ çökündisi alynýar.

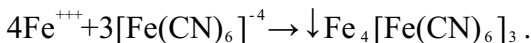
2. Ammoniý we kaliý rodanidleri NH_4CN , KCN demriň (III) iony bilen gyzyl-gan reňkli suwda ereýän birleşme emele getirýär.



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 gyzyň reňki öçýär:



3. Kaliý ferrosianidi $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ demriň (III) iony bilen goýy-gök çökündi "berlin lazury" emele getirýär:



Bu reaksiýany birneme turşy sreda-da geçirýärler. Çökündi kislotalarda we reaktiwiniň 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 $\text{Fe}(\text{SAL})$, $[(\text{SAL})\text{-sulfafalisil kislotasynyň aniony}]$, emele getirýär. Şu reaksiýany geçirmeklige Fe^{+++} iony bilen berk kompleks birleşmelerini emele getirýän garyndylar päsgel berýärler. Demriň (III) ionynyň açylmak derejesi 0,2 mg.

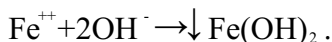
Reaksiýanyň ýerine ýetirilişi

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.

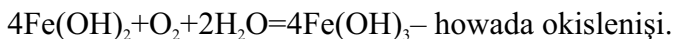
Demriň (II) kationynyň reaksiýalary

Iki walentli demriň duzlarynyň erginleri açyk-ýaşyl reňklidir. Gowşadylan erginleri reňksizdir.

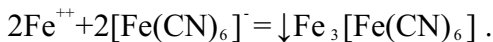
1) aşgarlar (NaOH we KOH) demriň ionyny $\text{Fe}(\text{OH})_2$ görnüşinde çökdürýärler:



Çökündiniň reňki hapa-ýaşylymtyl bolmaly. Howadaky kislorod suwuň gatnaşmagynda $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -e çenli okislendirýär.



2) kaliý ferrisianidi $K_3[Fe(CN)_6]$ - demriň (II) ergini bilen gök reňkli çökündini emele getirýär. Çökündi kislotalarda eremeýär, ýöne aşgarlarda bolsa dargaýar:



3) dimetilglioksim (Çugaýewiň reaktiwi) demriň (II) iony bilen ammiak sredasynda çakyr kislotasynyň gatnaşmagynda gyzyly reňkli durnukly kompleksini emele getirýär. CrO_4^- we $Cr_2O_7^-$ anionlaryň reaksiýalary.

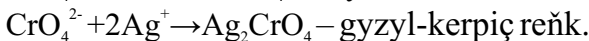
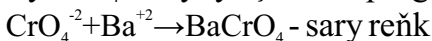
1. Kyn ereýän duzlaryň alnyşy.

$Pb^{++}, Ag^{++}, Ba^{++}$ ionlary bilen CrO_4^{2-} aniony kyn ereýän cökündi emele getirýär. Bu häsiýetli CrO_4^- anionyny açmak we bölüp aýyrmak üçin peýdalanylýar. Reaksiýa geçirilende sredany $pH=4,8-5$ -e çenli turşutmaly.

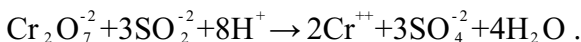
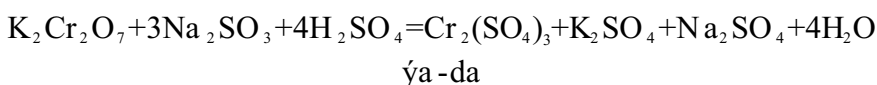
$CrO_4^{2-} + Pb^{++} = PbCrO_4$ -sary reňkli cökündi HNO_3 we iýiji aşgarlarda ereýär, ýöne uksus kislotasynda eremeýär.



Cl ion kümşüň CrO_4^{2-} bilen reaksiýasyna päsgel berýär, sebäbi bu ýagdaýda $AgCl$ cökýär. Ol bolsa eremeýän duz. SO_4^{2-} ion Ba^{++} we Pb^{++} bilen $BaSO_4$ we $PbSO_4$ cökündi emele getirýär. Bu ýagdaý CrO_4^{2-} ionyny açmakda päsgel berýär.



2. Cr^{+6} tä Cr^{+3} gaýtarylmagyny turşy sredada her hili gaýtaryjylar bilen geçirip bolýar: $Na_2SO_3, H_2S, FeSO_4, C_2N_5OH$



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 hödürülenipdir. Damja usuly bilen

ýerine ýetirilýär. Okislendirijiler reaksiýa päsgel bermez ýaly, CrO_4^{-2} ergini turşudylyp alynýar. Süzgülç kagyzyň 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^{++} , $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{++}$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{++}$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{++}$ 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. $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH}$ artykmaç mukdary. Bu usulda: AlO_2^- , ZnO_2^{-2} , CrO_2^- erginde galýarlar, başga kationlar çökýärler. $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Mn}(\text{OH})_2$, $\text{Co}(\text{OH})_3$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$.

4. Asetat usulynda (diňe hromuň ýoklugynda ulanylýar), Al^{+3} we Fe^{+3} uksus kislota bilen $\text{CH}_3\text{COO}(\text{OH})_2\text{Al}$ we $\text{CH}_3\text{COO}(\text{OH})_2\text{Fe}$, emele getirýärler, başga kationlar bolsa ergin-de galýarlar. Ýöne hemme usulyň bir kemçiligi bar, ol hem bilelikde çökme prosesi. III topar kationlaryň sistematiği analiziniň ammiak usulyna sere-dip 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 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ reagenti bilen geçirýärler.

2. Fe^{+++} ionynyň açylyşyny ferrisianid $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ bilen goýy-gök çökündi "berlin lazuri" emele gelmek bilen geçirilýär. Ýa-da NH_4CNS bilen gyzyň-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 gyzdymaly: $\text{Fe}^{++} \rightarrow \text{Fe}^{+++}$. Eger-de demriň ionlary ýok bolsa, onda birneme FeCl_3 goşmaly, $\text{Cr}(\text{OH})_3$ bilelikde çöker ýaly.

4. $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ artykmaç mukdarynda eremeýän gidrok-sidleri çökdürmek. Turşadylan erginiň üstüne 4-5 damja $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$ erginden guýmaly, güýçli aşgar reaksiýa çenli. Garyndy 70⁰-80⁰C -ä çenli gyzdymaly. Çökündi doly çöker ýaly, 1-2 damja NH_4OH goşmaly:

$\text{Fe}(\text{OH})_3, \text{Cr}(\text{OH})_3, \text{Al}(\text{OH})_3$ 1-nji çökündi.

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{++}, [\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{++}, \text{Mn}^{++}$ 1-nji ergin.

Soraglar

I analitiki toparyň kationlary

1. I toparyň kationlarynyň umumy çökdürijisi barmy?
2. Näme üçin aşgar sredada K^+ -ionyny $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ 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 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ täsir edende BaCrO_4 çökündisi emele gelyär?

III analitiki toparyň kationlary

6. III analitik toparyň kationlaryna toparlaýyn reagent $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ bilen täsirleş-mäniň şertleri nähili?
7. Haýsy häsiýetli aýratynlyklary bilen III toparlaryň kationlary I we II to-parlaryň kationlaryndan tapawutlanýarlar?
8. Bufer erginleri name we olar nähili ulanylýarlar?

4-nji laboratoriya işi

Mukdar analizi

Işiň maksady: mukdar analiziniň aýratynlyklaryny, göwrüm we agram analiziniň görnüşlerini we aýratynlyklaryny laborato-riýa işinde öwrenmek.

Gerekli reaktiwler: mukdar analiziniň reaktiwlere bildirýän talaplary bilen tanyşmak.

Gerekli enjamlar: Göwrüm we agram analizinde ulanylýan enjamlar bilen tanyşmak.

Işin 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 kesgitleýär. Titrimetrik- analiz çekim analizinden çaltlygy bilen tapawutlanýar.

Titrlemek üçin haýsy standart erginiň ulanylýandygyna görä titrimetriki usul hem şu usullara bölünýär: neýtrallaşdyрма, permanganometriýa, 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 laboratoriya işi

Neýtrallaşdyrmak (kislota-esas) usuly

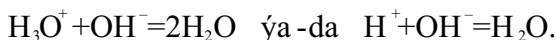
Işň maksady: Neýtrallaşdyrma (kislota-esas) üýtgemesi arkaly titrimetriki usuly laboratoriyada öwrenmek.

Gerekli reaktiwler: HCl (kons.), Na₂CO₃-0,1n fiksanal, metilmämişi indikatory.

Gerekli enjamlar: pipetkalar, býuretkalar, ölçeg kolbalary.

Işň ýerine ýetirilişi

Neýtrallaşdyrmak usuly – wodorod iony bilen gidroksid ionynyň ýa-da gidroksoniý iony bilen gidroksid ionynyň özara täsir edişmesine esaslanandyr.



Bu usulda kislotalaryň standart erginleri bilen aşgarlary titrläp, olaryň konsentrasiýalaryny kesgitlep bolýar we tersine. Kislotalaryň we aşgarlaryň erginleri reňksizdirler. Şonuň üçin titrlemegiň ekwiwalent nokadyny kesgitlemek üçin kislota aşgar indikatory diýip atlandyrylýan indikatory ulanylýarlar. Şolardan tejribede köp ulanylýanlary lakmus, fenolftalein we metilmämişi indikatorydyr.

Hasaplamalar:

$$N_B V_B = N_A V_A \quad (1)$$

$$T_B = \frac{N_B \cdot E_B}{1000} \quad (2)$$

$$T_{\frac{B}{A}} = \frac{N_B \cdot E_A}{1000} \quad (3)$$

$$g_A = \frac{N_B \cdot E_A}{1000} \quad (4)$$

$$g_A = \frac{N_A \cdot E_A \cdot A}{1000} \quad (5)$$

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 (titrlen) erginleri taýýarlamak

Standart erginleriň taýýarlanyşynyň tehnologiýasy:

1. Kislotanyň ýa-da aşgaryň dykzlygyny areometr bilen ölçemeli (ergin ýa-da konsentrirenen madda). Maglumatnama boýunça $C\%$ -de kesgitlemeli.

2. $\%$ konsentrasiyadan normal (ýa-da molýar) konsentrasiya geçirmeli:

$$C_N = \frac{C\% \cdot d \cdot 10}{E} \quad (6)$$

$$C_M = \frac{C\% \cdot d \cdot 10}{M} \quad (7)$$

Bu ýerde d -erginiň dykzlygy, $C\%$, C_N , C_M - $\%$, normal, molýar konsentrasiyalar.

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 konsentrasiyaly HCl erginini taýýarlamak üçin konsentrirenen duz kislotasyndan gerek bolan göwrümini özbaşdak ýumuş boýunça hasaplamaly. Mysal üçin, 250 ml 0,05n HCl erginini taýýarlamaly ($d=1,19 \text{ g/sm}^3$, $C\%=36,45$).

Hasaplamaly:

$$C_N = \frac{C\% \cdot d \cdot 10}{E_{\text{HCl}}} = \frac{36,45 \cdot 1,19 \cdot 10}{36,45} = 11,9 \text{ g-ekw/l}$$

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$V_2 = \frac{N_1 \cdot V_1}{N_2} = \frac{0,05 \cdot 250}{11,9} = 1,05 \text{ ml.}$$

(konsentrirenen HCl göwrümi)

Şeýlelik bilen, işçi ergini taýýarlamak üçin, konsentrlenen 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 Na₂CO₃ ergini taýýarlamak

(ýa-da özbaşdak ýumuşda görkezilen konsentrasiýa)

Duz kislotasynyň normallygyny we titrini kesgitlemek üçin, Na₂CO₃ agramyny hasaplaýarys, analitiki terezide ölçeyäris (takyk 0,0001 g-a çenli), soňra ölçeg 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. Na₂CO₃ maddasynyň agramyny 4-nji we 5-nji formulalar boýunça hasaplaýarys.

Meselem, 100 ml 0,1n Na₂CO₃ ergini taýýarlamaly. Analitiki terezide näçe gram gerek bolsa Na₂CO₃-i çekmeli.

$$g_A = \frac{N_A \cdot E_A \cdot V}{1000} = \frac{0,1 \cdot 53 \cdot 100}{1000} = 0,5300 \text{ g}$$

$$E_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{M_M}{2} = \frac{106}{2} = 53.$$

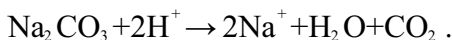
Na₂CO₃ (V_{al}) ergini duz kislotasynyň işçi ergini bilen titrlende metil-mämişi indikator (pH=3,1~4,4) peýdalanylýar.

Alikwota göwrümde (V_{al}) Na₂CO₃ mukdaryny kesgitlemek üçin şu formula ulanylýar:

$$g_A = \frac{N_B \cdot E_A}{1000 \cdot A}.$$

Duz kislotasynyň normallygyny (N) we titrini (T) Na₂CO₃ boýunça kesgitlemek

Neýtrallaşma reaksiýa şu usulyň esasydyr:



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.

Titrlämäni ýerine ýetirilende kislotany hemişe bellibir tizlik bilen goşmaly, kolbany hemişe garyşdyryp durmaly. Titrlämäni 3-5 gezek gaýtalamaly.

Hasaplamaly:

Aýdalyň, $V_{\text{al}} = 10$ 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;

$V_{\text{ortaça}} = 19,84$ ml.

Kislotanyň normallygyny şu formula boýunça kesgitlemeli:

$$N_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} = N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \cdot V_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

$$N_{\text{HCl}} = \frac{N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \cdot V_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{V_{\text{HCl}}} = \frac{0,1 \cdot 10}{19,84} = 0,0509$$

$$T_{\text{HCl}} = \frac{0,0509 \cdot 36,45}{1000} = 0,001858 \text{ g/ml}$$

$$T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{0,0509 \cdot 53}{1000} = 0,002703 \text{ g/ml.}$$

Eger-de hemme hasaplamalarymyz dogry bolsa, onda:

$$K = \frac{N_{\text{pr}}}{N_{\text{teor}}} = \frac{T_{\text{pr}}}{T_{\text{teor}}}$$

$$K = \frac{0,0509}{0,05} = \frac{0,001858}{0,001823} = 1,018.$$

Bu ýerde K-analitiki köpeldiji, düzediş koeffisiýenti.

Şeýlelik bilen, biz işçi (titrleneni) HCl ergini (N=0,0509 we T=0,001858 g/ml) taýýarlap, ony neýtrallaşdyрма usuly bilen dürli maddalaryň mukdaryny kesgitlemek üçin ulanyp bileris.

Suwuň talhlygyny kesgitlemek

Suwuň talhlygyny –onuň içinde erän kalsiý we magniý (kä-wagtlar demriň) duzlarynyň barlygyna baglydyr.

Suwuň talhlygy karbonatly we karbonatsyz (durnukly ýag-daýy) görnüşde tapawutlandyrylýar.

Karbonatly (waglaýyn) talhlyklyk tebigy suwda iki walentli Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2} metallaryň turşy kömürturşy (gidrokarbonatlaryň) duzlarynyň barlygy bilen kesgitlenilýär.

Karbonatly (waglaýyn) talhlygy suwy gaýnatmak bilen aýyrýarlar. Şonda ýokarda agzalan kationlaryň karbonatlary (kömürturşy duzlary) çökýärler.



Karbonatsyz (durnukly hemişelik,) talhlyklyk tebigi suwda ereýän kalsiniň, magniniň (demriň) kükürtturşy (sulfat) we hlorly (hlorid) duzynyň barlygy bilen kesgitlenilýär, suwy gaýnatsaň hem olar suwda galýarlar.

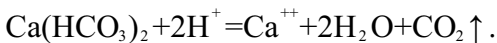
Waglaýyn (karbonatly) we hemişelik (karbonatsyz) talhlyklaryň jemi umumy talhlygy emele getirýär.

Talh (ergin) suwy bug gazanlarynda we önümçilikde peýdalanylýan 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 talhlyklyk 1 litr suwda 20,04 mg Ca^{+2} , 12,16 mg Mg^{+2} ionynyň bardygyny aňladýar.

Usulyň teoretiki esasy

Waglaýyn talhlygy kesgitlemek usuly duz kislotasy bilen gidrokarbonatlaryň arasynda geçýän reaksiýalara esaslanandyr.



Barlanylýan suwa kislota goşulyp başlamazdan ozal suwa sary reňkli metilmämişi indikatory goşulan bolmaly, sebäbi kal-siý we magniý gidrokarbonatlarynyň gidrolizi netijesinde aşgar sredasy emele gelýär. Býuretkadan kislota guýlan mahalynda ony damjaladyp guýmaly we iň soňky damjada metil-mämişi indikatoryň reňki gyzlymytyl bolanda bes etmeli.

Titrlmek üçin konus şekilli kolba býuretkadan ýa-da kol-badan ölçäp 50 ml barlanylýan suwy guýmaly, oňa 2-3 damja me-tilmämişi indikatoryny goşmaly we usullyk bilen kolbany üznük-siz çaykap duz kislotasynyň işçi (titrlen) ergini bilen titrlmeli. Iň soňky damjasynda reňki üýtgeýänçä titrlmek işini dowam etmeli. Erginiň reňkini kesgitlemek üçin ýörite taýýarlanan şaýat ergin bilen deňeşdirmeli. Deňeşdirmek üçin ýörite 50 ml barla-nylýan suwa 2 damja metil-mämişi indikatoryny goşup taýýarla-ýarlar.

Tejribäni ýene-de gaýtalap geçirmeli we kislotaň näçe göwrüminiň harçlanýandygyny dogry belläp almaly. Üç saparky tejribäniň netijesiniň tapawudy biri-birinden kislotaň 0,1 milli-litr göwrümden artyk bolmaly däldir.

Hasaplamak üçin kislotaň ortaça göwrümi ulanylýar. Wagtlaýyn talhlylygy şu formula boýunça hasaplaýarlar:

$$T_{\text{suw}} = \frac{N_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} \cdot 1000}{V_{\text{al}}} \text{ mg -ekw}/\ell .$$

Bu ýerde V_{HCl} - tejribede harçlanan kislotaň ortaça göwrümi (ml), N_{HCl} -kislotaň normallygy, V_{al} - barlanylýan suwuň göwrü-mi (ml).

Soraglar

1. Neýtrallaşdyrmak usuly nämä esaslanan?
2. İşçi we anyklaýjy erginler näme?
3. Ekwiwalentlik nokady näme? Konsentrirenen erginlerden nädip berlen kon-sentrasiýaly erginleri taýýarlamaly?

6-njy laboratoriya işi

Permanganometriya usuly

Işin maksady: okislenme-gaýtarylma reaksiýalaryna esaslanan analiziň permanganometriya usulyny tejribede öwrenmek.

Gerekli reaktiwler: fiksantlar, 0,1n KMnO₄, 0,1n H₂C₂O₄, 0,1n(NH₄)₂SO₄·FeSO₄·6H₂O, (Moruň duzy), 2nH₂SO₄, 0,1nK₂Cr₂O₇.

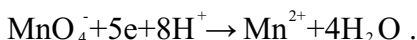
Gerekli enjamlar: býuretkalar, ölçeg kolbalary, pipetkalar, konus şekilli kolba.

Işin ýerine ýetirilişi

Permanganometriya usulynda standart (titlenen) ergin hökmünde KMnO₄ (0,05-0,1n) ergini ulanylýar. Onuň ekwiwalenti:

$$E_{\text{ekw}}^{\text{KMnO}_4} = \frac{M_M}{5} = \frac{158,04}{5} = 31,608.$$

Sebäbi okislenme-gaýtarma reaksiýanyň ion-elektron deňlemesi şu usulyň esasy bolup hyzmat edýär:

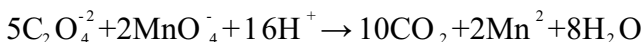


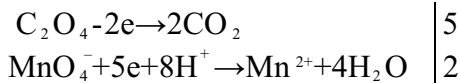
KMnO₄ maddasynyň işçi maddasynyň erginini gowşatmak usuly bilen taýýarlananda şu deňleme ulanylýar:

$$N_{\text{KMnO}_4}^{\text{başky}} \cdot V_{\text{KMnO}_4}^{\text{başky}} = N_{\text{KMnO}_4}^{\text{gows.}} \cdot V_{\text{KMnO}_4}^{\text{gows.}}$$

onda,

KMnO₄ maddasynyň başky ergininiň hasaplanan göwrümünü $-V_{\text{başky}}$ ölçeg kolba ýa-da pipetka bilen ölçäp, 500 ml-lik kolba salyp, bellige çenli distillirlenen suw guýmaly. Sebäbi KMnO₄ maddasynyň bu ergini onuň has konsentirlenen berk ergininden gowşatmak bilen taýýarlanylýar we ol indiki işde peýdalanýlýar. KMnO₄ maddasynyň ergini bolan kolbany gara kagyz bilen örtmeli ýa-da garaňky ýerde saklamaly. KMnO₄ ergininiň N we T şawel kislotasy H₂C₂O₄·2H₂O ýa-da (NH₄)₂C₂O₄·H₂O boýunça şu reaksiya laýyklykda kesgitlenilýär:





Ol şu usullar bilen *ýerine ýetirilyär*:

Pipetkelemek usuly

Taýýarlanan kesgitlemeli ergini ($V_k=200$ ml) gowy çaykap, garyp, ondan 4-5sany kolba $V_{al}=15-20$ ml-den guýup, şol kolbalara $2n$ H_2SO_4 erginini guýup, garyndyny $70-80^\circ\text{C}$ -ä çenli gyzdyrmaly we gowşak gyzyly-melewşe reňk ýüze çykýança KMnO_4 -üň ergini bilen titrlemeli.

Aýry çekim usuly

KMnO_4 mukdaryny şu aşakdaky formula boýunça hasaplap:

$$g = \frac{N_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{KMnO}_4} \cdot E_{\text{kesgit.madda}}}{1000}$$

Şawel kislotadan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -dan ýa-da $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ -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, $70-80^\circ\text{C}$ -ä çenli gyzdyrmaly hemde KMnO_4 -üň ergini bilen titrlemeli. Titrленende ilkinji damjalar haýal reňksizlenýärler, emma soňkular tiz reňksizlenýärler, sebäbi şonda emele gelyän Mn^{2+} awtokatalizator roluny oýnaýar. Titrlemäni solak gyzyly-melewşe reňk emele gelyänçä geçirmeli. N_{KMnO_4} her bir çekim üçin aýratyn hasaplamaly:

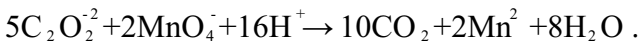
$$N_{\text{KMnO}_4}^{\text{pr. akt.}} = \frac{g_{\text{kesgit. madda}} \cdot 1000}{V_{\text{KMnO}_4}^{\text{býuretk. boýunça}} \cdot E_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}}$$

$$T_{\text{KMnO}_4} = \frac{N_{\text{KMnO}_4}^{\text{prakt}} \cdot E_{\text{KMnO}_4}}{1000}$$

$$T_{\text{KMnO}_4 / \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = \frac{N_{\text{KMnO}_4}^{\text{prakt}} \cdot E_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}}{1000}$$

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



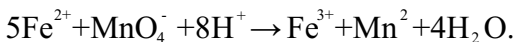
Titrllemek üçin alikwota göwrümi kolba guýup, soňra ýokarda görkezilişi ýaly, titrlmeli.

$$g_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = \frac{N_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{KMnO}_4} \cdot E_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} \cdot V_k}{1000 \cdot V_{\text{al}}}$$

netijäni g_{teor} bilen deňeşdirip görmeli, soňra E_{absol} , E_{otnos} ýalňyşlyklary %-de hasaplanylýar.

b) demriň (II) birleşmelerini kesgitlemek.

Moruň duzundaky $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ demri (II) kesgitlemek. Adatça, onuň duzunyň erginini KMnO_4 standart ergini bilen turşy sreda-da kesgitleýärler. Şonda:



Kesgitlenende V_{al} alyp, kolba guýup, üstüne 15 ml 2n H_2SO_4 goşulýar. Şonda reaksiýa çalt we gyzdymazdan geçýär. Reaksiýanyň soňuny gyzyly-melewşe reňkiň KMnO_4 artyk bir damjada ýüze çykması boýunça kesgitlenilýär. Emele gelen reňk 1 minutyň dowamynda ýitmeli däldir. Hasabyny şu formula boýunça geçirmeli:

$$g_{\text{Fe}^{2+}} = \frac{N_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{KMnO}_4} \cdot E_{\text{Fe}^{2+}} \cdot V_k}{1000 \cdot V_{\text{al}}}$$

Eger-de Moruň duzunyň g_{teoret} berlen bolsa, onda Moruň duzy üçin g prakt. hem kesgitlenmelidir, soňra E_{absol} , E_{otnos} %-de hasaplanylýar.

ç) tersine, titrllemek usuly bilen azotly kislotany we nitritleri kesgitlemek.

Onuň üçin kesgitlenyän $V_k=200$ ml nitritiň ergininden $V_{\text{al}}=10-15$ 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 ammoniiniň oksalatynyň (ýa-da şawel kislotasynyň) erginini guýmaly hem-de garyndyny 70-80°C-ä çenli gyzdymaly, reňki oçen erginde galan

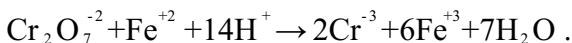
artykmaç oksalaty kaliý permanganaty bilen titrlemeli, ony solak gyzyly-mämişi reňk emele gelýänçä geçirip, 3-4 gezek gaýtalama-ly. Ortalaşdyrylan KMnO_4 göwrümini tapyp, nitritiň mukdaryny şu formula boýunça kesgitleýäris:

$$g_{\text{NaNO}_2} = \frac{N_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{KMnO}_4} - (N_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} \cdot V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} - N_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{NaNO}_2}) \cdot E_{\text{NaNO}_2} \cdot V_k}{1000 \cdot V_{\text{al}}}$$

$g_{\text{teoret}}, E_{\text{abs}}, E_{\text{otn}}, \%$ -de kesgitlemeli.

d) bihromatlary kesgitlemek.

Permanganatometriki usulda olaryň Moruň duzy bilen $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ gaýtarylmagyna esaslanan bolup, soňra Moruň duzunyň artygyny permanganatyň standart ergini bilen titrlenmegine esaslanandyr:



15-20 ml $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ergini pipetka bilen kolba guýup, soňra üstüne Moruň duzunyň artykmaç mukdaryny guýmaly. Şonda $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ erginiň reňki üýtgäp ýaşyl reňke öwürülmeli. Garyndyny gyzyly-syýa reňkine çenli KMnO_4 bilen titrlemeli.

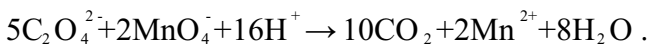
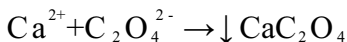
Hasaby:

$$g_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = \frac{(N_{\text{Mor. duzy}} \cdot V_{\text{Mor. duzy}} - N_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{KMnO}_4}') \cdot E_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \cdot V_k}{1000 \cdot V_{\text{al}}}$$

$E_{\text{abs}}, E_{\text{otn}}, \%$ -de kesgitlemeli.

e) kalsiniň ionyny kesgitlemek.

Kationlar oksalat görnüşinde kesgitlenende, şol kationlaryň $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ iony bilen täsirleşmesine esaslanan bolup, bellibir kationlar bilen birleşen oksalat ionlary titrlemäge esaslanandyr, meselem, Ca^{2+}



Şunda bitarap erginde CaCl_2 V_{al} -dan kalsiý ionyny $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ýa-da $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ täsir etdirilip çökdürilýärler. Çökündini 14-Sargyt 1392

dykyz süzgüçde ilki ýuwmaly, soňra $2n \text{ H}_2\text{SO}_4$ bilen eretmeli, şonda çökündili süzgüji 20-50 ml $2n \text{ H}_2\text{SO}_4$ gyzdyrylan erginine çümdürmeli hem-de durumly gyzyl-melewşe reňk emele gelyän-çä KMnO_4 ergini bilen titrlemeli (kesgitlemäni 3-4 gezek gaýtalamaly).

Hasaby:

$$g_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{N_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{KMnO}_4} \cdot E_{\text{Ca}^{2+}} \cdot V_{\text{K}}}{1000 \cdot V_{\text{al}}}$$

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 laboratoriya işi

Iodometriya usuly

Işniň maksady: iodometriya usulyny tejribede öwrenmek. Standart we iş erginlerini taýýarlamak.

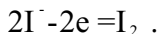
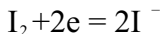
Gerekli reaktiwler: fiksantlar, $0,1n \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $0,1n \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $0,1n \text{ I}_2$, $2n \text{ H}_2\text{SO}_4$, KI (kristal), krahmal (1%-li ergin).

Gerekli enjamlar: býuretkalar, pipetkalar, ölçeg kolbalary, konus şekilli kolba.

Iodometriya- 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.



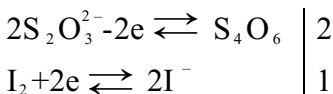
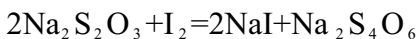
Şu prosesler iodometriya usulynyň esasynda durýandyr. Sistemanyň normal redoks-potensiýaly

$$E_{I_2/2I^-}^0 = +0,5345 \text{ w.}$$

Iş erginlerini taýýarlamak. Natriý tiosulfatynyň standart erginini taýýarlamak

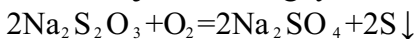
Natriý tiosulfatynyň standart erginini alnan çekim boýunça eredip taýýarlamak mümkin däl. Sebäbi onuň kristallary howada üýtgeýär. Şonuň üçin ilki takmynan konsentراسiýaly normal ergini taýýarlanylýar. Soňra onuň normallygy haýsy hem bolsa bir okslendirijiniň takyk ergininiň kömegi bilen takyklanýar.

$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ gramm-ekwiwalenti onuň ýod bilen reaksiýasynyň esasynda kesgitlenilýär:



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

Natriý tiosulfaty suw ergininde howada kislorodyň we kömür kislotasynyň täsiri netijesinde dargayar:



Ergin taýýarlamak üçin alnan natriý tiosulfatynyň agramyny täze gaýnadylan we sowadylan distillirlenen suwda eretmeli. Erginiň 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 taýýarlama bolsun. Ilki bilen hasaplama geçirmeli:

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

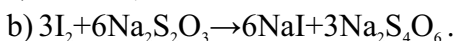
$$500 \cdot 0,01 = 0,1 V_2$$

$$V_2 = \frac{500 \cdot 0,01}{0,1} = 50 \text{ ml.}$$

Diýmek, 50 ml 0,1n $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 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:



Işň 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 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ergininiň alikwota göwrümünü (20-25 ml) guýmaly. Reaksiýanyň netijesinde erkin ýod bölünip çykýar. Kolbany we ýapylan aýna bölegini gün şöhesinden 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 erginiň reňki sary reňke geçýänçä dowam etmeli. Şundan soň ergine 5 ml krahmal goşmaly we titrlemäni 2-3 gezek gaýtalamaly we onuň ortaça göwrümünü almaly.

Şu usulda barlanýan ergini titrlenmän, reaksiýanyň netijesinde bölünip çykan ýönekeý ýod titrlenýär. Bölünip çykan 1 g-ekw. ýod 1 gramm-ekw. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ä deň bahalydyr. Bölünip çykan ýod titrlemekde harçlanan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -e deň bahalydyr. Tiosulfatyň normallygy şu formula boýunça hasaplanylýar:

$$N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{N_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \cdot V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}}{V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}^{\text{ort}}} .$$

Ýoduň standart erginini taýýarlamak we ony natriý tiosulfatynyň standart ergini bilen kesgitlemek

Gaýtaryjylary iodometriýa usulyň kömegi bilen kesgitlemek üçin ýoduň titrlenlen 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, $100\text{ ml } 0,05\text{ n}$ ýoduň erginini taýýarlamak üçin $126,91:0,05:0,1=0,6346\text{ g}$ ýod almaly. Tehniki terezide, takmynan $0,65\text{ g}$ ýody çekip almaly we ony göwrümi 100 ml bolan ölçeg kolbasyna salmaly. Üstüne $10\text{ ml } 25\%$ -li kaliý ýodunyň erginini guýmaly we kolbany suw bilen belligine çenli doldurmaly. Ergini oňat garyşdyrmaly we onuň dogry konsentراسیاسyny belli konsentراسیýaly $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ergini bilen titrlemeli.

Normallygy we titri kesgitlemek

Işň geçirilişi

Konus şekilli kolba pipetka bilen $25\text{ ml } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ erginini ölçäp almaly, üstüne $1-2\text{ ml}$ krahmal guýmaly we ony ýoduň standart ergini bilen titrlemeli. Titrlemäni gök reňk emele gelýänçä geçirmeli. Titrlemäni 3 gezek gaýtalamaly we ortaça göwrümi almaly.

$$N_{I_2} = \frac{N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \cdot V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}{V_{I_2}} ;$$

$$T_{I_2} = \frac{N_{I_2} \cdot E_{I_2}}{N_{\text{teor}}} ; \quad K_{\text{duz}} = \frac{N_{\text{prakt}}}{N_{\text{teor}}} .$$

Barlag işi üçin hödürlenilýän mysallar

1) barlag erginde ýoduň mukdaryny kesgitlemek.

Işň geçirilişi ýokardaky ioduň normallygyny tiosulfat ergini boýunça kesgitlemek ýaly. Hasaplamalary şu aşkdaky formula boýunça geçirmeli:

$$I_2^{\text{pr}} = \frac{N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \cdot V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \cdot K_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \cdot E_{I_2} \cdot V_{\text{kol}}}{1000 \cdot V_{\text{al}}} \text{ gr,}$$

$$E_{\text{abs}} = g_{\text{pr}} - g_{\text{teor}}$$

$$E_{\text{otn}} = \frac{g_{\text{prakt}} - g_{\text{teor}}}{g_{\text{teor}}} \cdot 100 \% .$$

2) barlag erginde $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ maddasynyň mukdaryny kesgitlemek.

Işin geçirilişi ýokardaky ýaly (tiosulfatyň ergininiň normallygyny bihromatyň üsti bilen kesgitlemek).

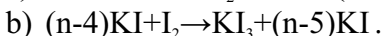
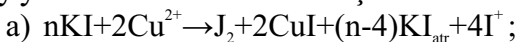
$$g_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = \frac{N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}^{\text{teor}} \cdot V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \cdot K_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \cdot V_{\text{K}} \cdot E_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}}{1000 \cdot V_{\text{al}}}$$

$$E_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = \frac{M}{5} 49$$

E_{abs} we E_{otn} % -de hasaplamaly .

3) barlag nusgada Cu ionynyň mukdaryny kesgitlemek.

Misiň iodometriki usuly bilen kesgitlemek mis duzларыnyň kaliý ýodidi bilen özara täsirleşmesine esaslanandyr.



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 bulan ergini tiosulfat natriniň iş ergini bilen titrlemeli. Haçanda sary reňk emele gelende 3 ml krahmal erginini goşmaly, gök reňke öwürülen ergini titrlemegi, tä gök reňk öçýänçä dowam etdirmeli. Titrlemäni 2-3 gezek gaýtalamaly we titranyň ortaça göwrümünü almaly. Soňra analiz geçirilýän erginiň normallygyny we titrini kesgitlemeli.

Titrlleme geçirilende şeýle reaksiýa bolýar:



Misiň (II) mukdary şu formula boýunça hasaplanylýar:

$$g_{\text{Cu}^{2+}} = \frac{N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}^{\text{teor}} \cdot K_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \cdot V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \cdot E_{\text{Cu}^{2+}} \cdot V_K}{1000 \cdot V_{\text{al}}}.$$

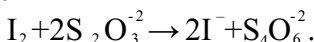
Misiň (II) ekwiwalenti = 63,546.

Titrlämäni üç gezek geçirmeli we $V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ orta bahasyny almaly.

E_{abs} we E_{otn} %-de hasaplamaly.

4) sulfid 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 titrlenlen erginini guýmaly. Kolbany aýna böljigi bilen ýapmaly we garaňky ýerde 10-15 minut goýmaly. Şol wagt reaksiýa geçýär. Ýoduň artygyny natriýtiosulfatynyň ergini bilen titrlmeli. Titrlämäni 3 gezek gaýtalamaly we göwrümiň orta bahasyny almaly.



Sulfid ionlaryň mukdaryny şu aşakdaky formula boýunça hasaplamaly:

$$g_{\text{SO}_3^{2-}} = \frac{(N_{\text{I}_2}^{\text{teoret}} \cdot V_{\text{I}_2} \cdot K_{\text{I}_2} - N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}^{\text{teoret}} \cdot V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \cdot K_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}) E_{\text{SO}_3^{2-}} \cdot V_k \cdot N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}{1000 \cdot V_{\text{al}}}.$$

$$E_{\text{SO}_3^{2-}} = 40$$

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 laboratoriya işi

Kompleksonometriýa usuly

Işniň maksady: kompleksometriýa (trilonometriýa) usuly arkaly erginlerde Ca^{2+} we Mg^{2+} ionlarynyň konsentrasiýasyny kesgitlemek.

Gerekli reaktiwler: Trilon B, MgSO_4 maddalarynyň fiksanallary, $\text{NH}_4\text{Cl}+\text{NH}_4\text{OH}$ bufer garyndysy, hromgaragök, mureksid indikatorlary, NaOH .

Gerekli enjamlar: ölçeg kolbalary, pipetkalar, býuretkalar.
Işň 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 goşadylýar, üstüne 5 ml bufer erginini, 5-7 damja indikator guýmaly we titrlemäni ekwiwalent nokatda erginiň reňki üýtgeýänçä geçirmeli (kolbany hemişe çaykap durmaly). Eger-de titrlemäni hromgoýygök indikatory bilen geçirilse, erginiň reňki göksyýa öwüşgin bilen boýalmaly; hromogen gara indikator bilen bolsa goýygök ýaşylymytyl öwüşgin bilen boýalmaly.

Titrlemäni 4-6 gezek geçirip, hasaplama geçirmeli:

$$K_{\text{duz}} = \frac{N_{\text{pr. nusg}}}{N_{\text{teor. nusga}}} = \frac{T_{\text{pr}}}{T_{\text{teor}}}; N_{\text{MgSO}_4} \cdot V_{\text{MgSO}_4} = N_{\text{trB}} \cdot V_{\text{trB}};$$

$$N_{\text{tr.B}} = \frac{N_{\text{MgSO}_4} \cdot V_{\text{MgSO}_4}}{V_{\text{trB}}};$$

ýa-da hakyky $N_{\text{trilon B}} = N_{\text{trilon B}} \cdot K_{\text{düz}}$.

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 göwrümünü 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 nokadyňa ýetende erginiň reňki gök ýaşylymytl 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 göwrümüne 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.

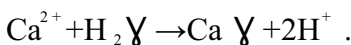
$$x = \frac{V_{\text{trilonB}} \cdot N_{\text{trB}} \cdot K \cdot 1000}{V_{\text{al.H}_2\text{O}}} .$$

Bu ýerde $V_{\text{trilon B}}$ - trilon B erginiň göwrümi, (ml orta bahasy), K-analitiki köpeldiji, $V_{\text{al.H}_2\text{O}}$ -barlanýlan suwuň göwrümi (ml).

Kalsiy ionynyň agram konsentrasiýasyny kesgitlemek (kompleksonometriýa usuly)

Indikator: mureksid.

Titrlenende ekwiwalent nokadynda gyzyň reňk gök melewşe reňke geçýär.



Titrlenýän kolba barlanýlan suwuň alikwota göwrümüne (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:

$$g_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{N_{\text{trilonB}} \cdot V_{\text{trilonB}} \cdot \mathcal{E}_{\text{Ca}^{2+}} \cdot 1000}{V_{\text{al}}} \text{ mg},$$

Bu ýerde $N_{\text{trilon B}}$ -komplekson III normallygy, $\mathcal{E}_{\text{Ca}^{2+}}$ - Ca ekwiwalenti, $V_{\text{trilon B}}$ - komplekson III titrlenende harçlanan göwrümi (ml), V_{al} -barlanylýan suwuň göwrümi (ml).

Magniý ionlaryň mukdaryny şu formula boýunça hasaplamaly:

$$g_{\text{Mg}^{2+}} = \frac{N_{\text{trilon B}} (V_1 - V_2) \cdot \mathcal{E}_{\text{Mg}^{2+}} \cdot 1000}{V_{\text{al}}} \text{ mg/} \ell .$$

Bu ýerde $N_{\text{trilon B}}$ - komplekson III erginiň normallygy, V_1 - trilon B ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) – 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-ýň haýsy bahasynda umumy talhlyk kesgitlenýär.?

9-njy laboratoriya işi

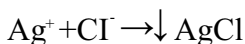
Hlor-ionynyň konsentrasiýasyny kesgitlemegiň argentometriki usuly

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:



Indikator hökmünde K_2CrO_4 ulanylýar.

Titrlämäni $\text{pH}=5,0 - 8,0$ aralykda geçirmeli.

Işiň ýerine ýetirilişi

Barlanylýan suwuň alikwota göwrümini ($V_{\text{al}}=10-25 \text{ ml}$) konus şekilli kolba geçirmeli, üstüne 2-3 damja 10%-li K_2CrO_4

guýmaly we 0,05 n (ýa-da 0,025 n) AgNO₃ ergini bilen titrlemeli. Titrlemäni gowy garyşdyryp, gyzył reňk emele gelýänçä geçir-meli.

$$G_{Cl^-} = \frac{V_{AgNO_3} \cdot N_{AgNO_3} \cdot \Theta_{Cl^-} \cdot 1000}{V_{al}} \text{ mg/l.}$$

Bu ýerde V_{AgNO₃}-titrlenende AgNO₃ harçlanan göwrümi (ml), N_{AgNO₃}-AgNO₃ ergininiň normallygy, Θ_{Cl⁻} -35,5 hlorionyň ekwi-walenti, V_{al}- barlanylýan suwuň alikwota göwrümi (ml).

Titrlmäni 3 gezek parallel gaýtalamaly we AgNO₃ erginiň orta göwrümini almaly.

Bellik: Analizden öň taýýarlanan 0,025 n AgNO₃ işçi ergi-niň normallygyny 0,025 n NaCl ergininiň üsti bilen takyk anyk-lamaly. 0,025 n NaCl erginini bolsa 0,1n NaCl fiksandan taýýar-lamaly. AgNO₃ erginiň 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 K₂CrO₄ ulanylýar?
3. Taýýarlanan AgNO₃ ergininiň normallygyny nädip kesgitlemeli?

10-njy laboratoriya işi

Gury galyndyny kesgitlemek usuly

Işiň maksady: suw erginleriniň analizinde olaryň gury ga-lyndysyny bugartmak arkaly kesgitlemek.

Gerekli reaktiwler: süzülen analiz edilýän suw.

Gerekli enjamlar: farfor okarajyklary, süzgüçler, terezi, ölçeg kolbalary, guradyjy şkaflar.

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 hammamynnda geçirmeli. Gury galyndyny jamjagaz bilen guradyjy şkafa ($t=110^{\circ}\text{C}$) geçirip, hemişelik agramyna çenli guratmaly.

$$G_{\text{gury.galyndy}} = \frac{(m - m_1) \cdot 1000}{V_{\text{al}}} \text{ mg/}\ell .$$

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 hlوريدleriň 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 ohradýarlar we soňra guradyjy şkafda $160-180^{\circ}\text{C}$ -da hemişelik (üýtgemeyän) agrama çenli guradýarlar.

Gury galyndyny şu formula bilen kesgitleýärler:

$$G_{\text{gury.galyndy}} = \frac{(m - n) \cdot 1000}{V_{\text{al}}} , \text{ g/}\ell .$$

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 eksikatora 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 laboratoriya işi

Sulfat-ionyny (SO_4^{2-}) kesgitlemek

Işin 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 şkaflar, elektrik plitkasy.

Işin ýerine ýetirilişi

Agram usuly

(kesgitlemäniň takyklygy $2 \text{ mg}/\ell \text{ SO}_4^{2-}$)

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 goşadýarlar.

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 gyzyly reňk emele gelýänçä goşmaly. Bu garyndyny gaýnaýançä gyzdyrmaly we göwrümi 50 ml bolýançä 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 gyzyly 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), ertesini güne çenli goýmaly. Ertesi ergini gök lentaly külsüz süzgüç kagyzyňy 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, eksikatora sowadyp, agramyny analitiki terezide çekmeli. Şu işi hemişelik agramyna çenli dowam etmeli.

Sulfat ionynyň mukdaryny şu formula boýunça hasaplama-ly:

$$g_{\text{SO}_4^{2-}} = \frac{(a - b) \cdot 0,4115 \cdot 1000}{V_{\text{al}}} \text{ mg}/\ell .$$

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} -ana- liza alnan suwuň alikwota göwrümi ml.

Soraglar

1. Näme üçin SO_4^{2-} -ionyny turşy sredada çökdürýärler?
2. Haýsy temperaturada BaSO_4 çökündisini 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

Beýleki birlikleriň SI sistemasynyň birlikleri bilen arabaglanyşygy

Ululyk	Birlik	SI sistemasynda
Uzynlyk	Mikron mikrometr (mkm) ýa-da	$1 \cdot 10^{-6}$ 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	Elektronvolt (eW)	$1,60219 \cdot 10^{-19}$ J
	Kaloriýa (kal)	4,1868 J
	Kilokaloriýa (kkal)	4186,8 J
Dipol moment	Debaý (D)	$3,33 \cdot 10^{-30}$ K1·m

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 zaryady	e	$1,602189 \cdot 10^{-19}$ K1
Awogadronyň hemişeligi	N	$6,022045 \cdot 10^{23}$ mol ⁻¹
Faradeýiň hemişeligi	F	$9,64846 \cdot 10^4$ K1/mol
Gaz hemişeligi	R	8,3144 J/(mol·K)

Möhüm kislotalaryň we duzlaryň atlary

Kislota	Atlary	
	Kislotanyň	Duzuň
1	2	3
HAIO 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
$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$	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
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	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
$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Ikili hrom	Dihromat
HI	Iodowodorod	Iodidi
HOI	Iodlyrak	Gipiodit
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 ΔH°_{298} , entropiýalary ΔS°_{298} we emele gelmeleriniň Gibbs energiýalary ΔG°_{298}

Madda	ΔH°_{298} kJ/mol	ΔS°_{298} J/(mol K)	ΔG°_{298} kJ/mol
1	2	3	4
Al ₂ O 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 ₂ H ₂ (g)	226,8	200,8	209,2
C ₂ H ₃ (g)	52,3	219,4	68,1
C ₆ H ₆ (g)	89,7	229,5	32,9
C ₆ H ₆ (s)	89,9	269,2	129,7
C ₂ H ₅ OH	-277,6	160,7	-174,8
C ₆ H _{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 ₃ N 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 ₂ O(g)	76,6	266,2	94,2
ClO ₂ (g)	105,0	257,0	122,3
Cl ₂ O ₇ (s)	251,0	-	-
Cl ₂ O 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 ₂ O ₃ (k)	-822,2	87,4	-740,3
Fe ₃ O 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 ₂ O(g)	-241,8	188,7	-228,6
H ₂ S(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 ₃ N 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 ₄ NO ₂ (k)	-256	-	-
NH ₄ NO ₃ (k)	-365,4	151	-183,8
N ₂ O(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 ₂ O ₄ (g)	9,6	303,8	98,4
N ₂ O ₅ (k)	-42,7	178	114,1
NiO(k)	-239,7	38,0	-211,6
O ₂ (g)	0	205,0	0

1	2	3	4
OF ₂ (g)	25,1	247,0	42,5
P ₂ O ₃ (k)	-820	173,5	-
P ₂ O 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 dissosiasiyä konstantalary

Elektrolit	K	pK= -lgK
1	2	3
Azidwodorod HN ₃	$2,6 \cdot 10^{-5}$	4,59
Azotly kislota HNO ₂	$4 \cdot 10^{-4}$	3,40
Ammoniy gidroksidi NH ₄ OH	$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,75
Bor kislotalary (orto) H ₃ BO ₃ K ₁	$5,8 \cdot 10^{-10}$	9,24
Bromlyrak kislota HOBr	$2,1 \cdot 10^{-9}$	8,68
Wodorodyň peroksidi H ₂ O ₂ K ₁	$2,6 \cdot 10^{-12}$	11,58

1	2	3
Kremniý kislotasy $H_2SiO_3K_1$	$2,2 \cdot 10^{-10}$	9,66
K_2	$0,6 \cdot 10^{-12}$	11,80
Garynja kislotasy HCOOH	$1,8 \cdot 10^{-4}$	3,74
Selenli kislota $H_2SeO_3K_1$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	2,46
K_2	$5 \cdot 10^{-8}$	7,3
Selenliwodorod H_2SeK_1	$1,7 \cdot 10^{-4}$	3,77
K_2	$1 \cdot 10^{-11}$	11,0
Kükürt kislotasy $H_2SO_4K_1$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	1,92
Kükürtli kislota $H_2SO_3K_1$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	1,80
K_2	$6,3 \cdot 10^{-8}$	7,21
Kükürtli wodorod H_2SK_1	$6 \cdot 10^{-8}$	7,22
K_2	$1 \cdot 10^{-14}$	14,0
Tellurly kislota $H_2TeO_3K_1$	$3 \cdot 10^{-3}$	2,5
K_2	$2 \cdot 10^{-8}$	7,7
Tellurly wodorod H_2TeK_1	$1 \cdot 10^{-3}$	3,0
K_2	$1 \cdot 10^{-11}$	11,0
Kömür kislotasy $H_2CO_3K_1$	$4,5 \cdot 10^{-7}$	6,35
K_2	$4,7 \cdot 10^{-11}$	10,33
Uksus kislotasy CH_3COOH	$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,75
Hlorlyrak kislota HOCl	$5,0 \cdot 10^{-8}$	7,30
Hlorly uksus kislotasy $CH_2ClCOOH$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	2,85
Fosfor kislotasy (orto) H_3PO_4		
K_1	$7,5 \cdot 10^{-3}$	2,12
K_2	$6,3 \cdot 10^{-8}$	7,20
K_3	$1,3 \cdot 10^{-12}$	11,89
Ftorlywodorod HF	$6,6 \cdot 10^{-4}$	3,18
Sianlywodorod HCN	$7,9 \cdot 10^{-10}$	9,10
Şawel kislotasy $H_2C_2O_4K_1$	$5,4 \cdot 10^{-2}$	1,27
K_2	$5,4 \cdot 10^{-5}$	4,27

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

Käbir gowşak ereýän maddalaryň ereýjiligi we ereýjiligiň köpeltmek hasyly EKH (ähli ýerde, başga temperatura görkezilmedik bolsa $t=25^{\circ}\text{C}$)

Maddanyň ady we formulasy	Ionlaryň konsentrasiýalarynyň köpeltmek hasyly	San ululyklary		$\frac{p\text{EKH}}{I\text{gEKH}}$
		EKH	Ereýjilik, mol/l	
1	2	3	4	5
Hloridler				
AgCl	$[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$	$1,56 \cdot 10^{-10}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	9,81
Hg ₂ Cl ₂	$[\text{Hg}_2^{2+}][\text{Cl}^-]^2$	$1,1 \cdot 10^{-18}$	$6,5 \cdot 10^{-7}$	17,96
PbCl ₂	$[\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2$	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$3,9 \cdot 10^{-2}$	3,62
Bromidler				
AgBr	$[\text{Ag}^+][\text{Br}^-]$	$7,7 \cdot 10^{-13}$	$8,8 \cdot 10^{-7}$	12,11
Hg ₂ Br ₂	$[\text{Hg}_2^{2+}][\text{Br}^-]^2$	$5,2 \cdot 10^{-23}$	$2,8 \cdot 10^{-8}$	22,34
PbBr ₂	$[\text{Pb}^{2+}][\text{Br}^-]^2$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	$2,6 \cdot 10^{-2}$	4,13

1	2	3	4	5
Iodidler				
AgI	$[Ag^+][I^-]$	$1,5 \cdot 10^{-16}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$	15,82
Hg ₂ I ₂	$[Hg^{2+}][I^-]^2$	$4,5 \cdot 10^{-29}$	$2,2 \cdot 10^{-10}$	28,35
PbI ₂	$[Pb^{++}][I^-]^2$	$8,7 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	8,06
Iodatlar				
AgIO ₃	$[Ag^+][IO_3^-]$	$0,92 \cdot 10^{-8}$	$9,6 \cdot 10^{-5}$	8,04
Ba(IO ₃) ₂ ·2H ₂ O	$[Ba^{++}][IO_3^-]^2$	$1,25 \cdot 10^{-9}$	$6,8 \cdot 10^{-4}$	8,90
Pb(IO ₃) ₂	$[Pb^{++}][IO_3^-]^2$	$3,1 \cdot 10^{-13}$	$4,3 \cdot 10^{-5}$	12,51
La(IO ₃) ₂	$[La^{3+}][IO_3^-]^2$	$5,9 \cdot 10^{-10}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	9,23
Sulfidler				
Ag ₂ S	$[Ag^+][S^{--}]$	$1,6 \cdot 10^{-49}$	$3,4 \cdot 10^{-17}$	48,8
Bi ₂ S ₃	$[Bi^{3+}][IO_3^-]^3$	$1,6 \cdot 10^{-72}$	$1,7 \cdot 10^{-15}$ (18°)	71,8
Cds	$[Cd^{++}][S^{--}]$	$3,6 \cdot 10^{-29}$	$6 \cdot 10^{-15}$ (18°)	28,44
CoSα	$[Co^{++}][S^{--}]$	$3,1 \cdot 10^{-23}$	$5,5 \cdot 10^{-12}$	22,51
CoSγ	$[Co^{++}][S^{--}]$	$3,0 \cdot 10^{-26}$	$1,7 \cdot 10^{-13}$	25,52
CuS	$[Cu^{++}][S^{--}]$	$3,2 \cdot 10^{-38}$	$1,8 \cdot 10^{-19}$	37,49
Cu ₂ S	$[Cu^+]^2[S^{--}]$	$2,6 \cdot 10^{-49}$	$4,1 \cdot 10^{-17}$	48,58
FeS	$[Fe^{++}][S^{--}]$	$3,8 \cdot 10^{-20}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$	19,42
HgS	$[Hg^{++}][S^{--}]$	$4 \cdot 10^{-53}$	$6,3 \cdot 10^{-27}$ (18°)	52,4
MnS	$[Mn^{++}][S^{--}]$	$1,4 \cdot 10^{-15}$	$3,1 \cdot 10^{-8}$ (18°)	14,85
PbS	$[Pb^{++}][S^{--}]$	$6,8 \cdot 10^{-29}$	$8,2 \cdot 10^{-15}$	28,17
Sb ₂ S ₃	$[Sb^{3+}][S^{--}]^3$	$3,0 \cdot 10^{-27}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$	26,52
SnS	$[Sn^{++}][S^{--}]$	$1,0 \cdot 10^{-28}$	$1,0 \cdot 10^{-14}$	28,00
ZnS	$[Zn^{++}][S^{--}]$	$7,9 \cdot 10^{-26}$	$2,8 \cdot 10^{-13}$	25,10
NiSγ	$[Ni^{++}][S^{--}]$	$1,4 \cdot 10^{-24}$	$1,2 \cdot 10^{-12}$ (18°)	23,85
Sulfatlar				
Ag ₂ SO ₄	$[Ag^+]^2[SO_4^{--}]$	$7,7 \cdot 10^{-5}$	$2,6 \cdot 10^{-2}$	4,11
BaSO ₄	$[Ba^{++}][SO_4^{--}]$	$1,08 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	9,97
CaSO ₄ ·2H ₂ O	$[Ca^{++}][SO_4^{--}]$	$6,1 \cdot 10^{-5}$	$7,8 \cdot 10^{-3}$	4,21
PbSO ₄	$[Pb^{++}][SO_4^{--}]$	$2,2 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	7,66
SrSO ₄	$[Sr^{++}][SO_4^{--}]$	$2,8 \cdot 10^{-7}$	$5,3 \cdot 10^{-4}$	6,55
Hg ₂ SO ₄	$[Hg_2^{++}][SO_4^{--}]$	$6,3 \cdot 10^{-7}$	$7,9 \cdot 10^{-4}$	6,20
Karbonatlar				
Ag ₂ CO ₃	$[Ag^+]^2[CO_3^{--}]$	$6,15 \cdot 10^{-12}$	$1,15 \cdot 10^{-4}$	11,21
BaCO ₃	$[Ba^{++}][CO_3^{--}]$	$8,1 \cdot 10^{-9}$	$9,0 \cdot 10^{-5}$	8,10

1	2	3	4	5
CaCO ₃	[Ca ⁺⁺][CO ₃ ⁻]	4,8·10 ⁻⁹	6,9·10 ⁻⁵	8,32
Hg ₂ CO ₃	[Hg ₂ ⁺⁺][CO ₃ ⁻]	9,0·10 ⁻¹⁷	9,3·10 ⁻⁹	16,05
MgCO ₃	[Mg ⁺⁺][CO ₃ ⁻]	1,0·10 ⁻⁵	3,2·10 ⁻³	5,00
PbCO ₃	[Pb ⁺⁺][CO ₃ ⁻]	1,5·10 ⁻¹³	3,9·10 ⁻⁷	12,82
SrCO ₃	[Sr ⁺⁺][CO ₃ ⁻]	1,6·10 ⁻⁹	4,0·10 ⁻⁵	8,80
ZnCO ₃	[Zn ⁺⁺][CO ₃ ⁻]	2,7·10 ⁻⁸	1,7·10 ⁻⁴	7,57
CdCO ₃	[Cd ⁺⁺][CO ₃ ⁻]	2,5·10 ⁻¹⁴	1,6·10 ⁻⁵	13,60
FeCO ₃	[Fe ⁺⁺][CO ₃ ⁻]	2,5·10 ⁻¹¹	5,0·10 ⁻⁶ (20°)	10,60
Oksalatlar				
Ag ₂ C ₂ O ₄	[Ag ⁺⁺] ₂ [C ₂ O ₄ ⁻]	1,1·10 ⁻¹¹	1,4·10 ⁻⁴	10,96
BaC ₂ O ₄ ·2H ₂ O	[Ba ⁺⁺][C ₂ O ₄ ⁻]	1,61·10 ⁻⁷	4,0·10 ⁻⁴ (18°)	6,79
CaC ₂ O ₄ ·H ₂ O	[Ca ⁺⁺][C ₂ O ₄ ⁻]	2,57·10 ⁻⁹	5,0·10 ⁻⁵ (18°)	8,59
CdC ₂ O ₄ ·3H ₂ O	[Cd ⁺⁺][C ₂ O ₄ ⁻]	1,53·10 ⁻⁸	1,2·10 ⁻⁴	7,82
MgC ₂ O ₄	[Mg ⁺⁺] ₂ [C ₂ O ₄ ⁻]	8,57·10 ⁻⁵	9,1·10 ⁻³ (18°)	4,07
PbC ₂ O ₄	[Pb ⁺⁺] ₂ [C ₂ O ₄ ⁻]	3,2·10 ⁻¹¹	5,6·10 ⁻⁶ (18°)	10,50
SrC ₂ O ₄ ·H ₂ O	[Sr ⁺⁺][C ₂ O ₄ ⁻]	5,61·10 ⁻⁸ (18°)	2,3·10 ⁻⁴	7,25
ZnC ₂ O ₄	[Zn ⁺⁺][C ₂ O ₄ ⁻]	7,5·10 ⁻⁹	8,7·10 ⁻⁵	8,12
Hromatlar				
Ag ₂ CrO ₄	[Ag ⁺⁺] ₂ [CrO ₄ ⁻]	9·10 ⁻¹²	1,3·10 ⁻⁴	11,05
BaCrO ₄	[Ba ⁺⁺][CrO ₄ ⁻]	2,4·10 ⁻¹⁰	1,5·10 ⁻⁵	9,62
CaCrO ₄	[Ca ⁺⁺][CrO ₄ ⁻]	2,3·10 ⁻² (18°)	1,5·10 ⁻¹	1,64
PbCrO ₄	[Pb ⁺⁺][CrO ₄ ⁻]	1,77·10 ⁻¹⁴ (18°)	1,3·10 ⁻⁷	13,75
SrCrO ₄	[Sr ⁺⁺][CrO ₄ ⁻]	3,5·10 ⁻⁵ (18°)	5,9·10 ⁻³	4,46
Gidrookisler				
Al(OH) ₃	[Al ³⁺][OH ⁻] ³	1,9·10 ⁻³³	2,9·10 ⁻⁹	32,72
Cd(OH) ₂	[Cd ⁺⁺][OH ⁻] ²	2,4·10 ⁻¹³ (18°)	3,9·10 ⁻⁵	12,62
Ca(OH) ₂	[Ca ⁺⁺][OH ⁻] ²	3,1·10 ⁻⁵	2·10 ⁻²	4,51
Cr(OH) ₃	[Cr ³⁺][OH ⁻] ³	5,4·10 ⁻³¹ (17°)	1,2·10 ⁻⁸	30,27
Cu(OH) ₂	[Cu ⁺⁺][OH ⁻] ²	5,6·10 ⁻²⁰	2,4·10 ⁻⁷	19,25
Fe(OH) ₂	[Fe ⁺⁺][OH ⁻] ²	1,6·10 ⁻¹⁴ (18°)	1,6·10 ⁻⁵	13,78
Fe(OH) ₃	[Fe ³⁺][OH ⁻] ³	1,1·10 ⁻³⁶ (18°)	4,5·10 ⁻¹⁰	35,96
Mg(OH) ₂	[Mg ⁺⁺][OH ⁻] ²	1,2·10 ⁻¹¹ (18°)	2,0·10 ⁻⁴	10,92
Mn(OH) ₂	[Mn ⁺⁺][OH ⁻] ²	4·10 ⁻¹⁴ (18°)	2,1·10 ⁻⁵	13,4
Ni(OH) ₂	[Ni ⁺⁺][OH ⁻] ²	8,7·10 ⁻¹⁹ (17°)	6,0·10 ⁻⁷	18,06
Pb(OH) ₂	[Pb ⁺⁺][OH ⁻] ²	6,8·10 ⁻¹³ (18°)	5,5·10 ⁻⁵	12,17

1	2	3	4	5
Zn(OH) ₂	[Zn ⁺⁺][OH ⁻] ²	1·10 ⁻¹⁷	3,2·10 ⁻⁹	17,00
Fosfatlar				
Ag ₃ PO ₄	[Ag ⁺⁺] ³ [PO ₄ ³⁻]	1,8·10 ⁻¹⁸ (20°)	1,6·10 ⁻⁵	17,74
MgNH ₄ PO ₄	[Mg ⁺⁺][NH ₄ ⁺][PO ₄ ³⁻]	2,5·10 ⁻¹³	6,3·10 ⁻⁵	12,60
Pb ₃ (PO ₄) ₂	[Pb ⁺⁺] ³ [PO ₄ ³⁻] ²	1,5·10 ⁻³²	1,7·10 ⁻⁷	31,82
Dürli klaslaryň duzлары				
AgBrO ₃	[Ag ⁺][BrO ₃ ⁻]	5,77·10 ⁻⁵	7,6·10 ⁻³	4,24
Ag ₂ Cr ₂ O ₇	[Ag ⁺] ² [Cr ₂ O ₇ ⁻]	2·10 ⁻⁷	3,7·10 ⁻³	6,70
AgCNS	[Ag ⁺][CNS ⁻]	1,16·10 ⁻¹²	1,1·10 ⁻⁶	11,94
Ag ₃ Fe(CN) ₆	[Ag ⁺] ³ [Fe(CNS) ₆ ³⁻]	9,8·10 ⁻²⁶	2,5·10 ⁻⁷	25,01
Ag ₄ Fe(CN) ₆	[Ag ⁺] ⁴ [Fe(CN) ₆ ⁴⁻]	1,5·10 ⁻⁴¹	2,2·10 ⁻⁹	40,82
Ag ₃ AsO ₃	[Ag ⁺] ³ [AsO ₃ ³⁻]	4,5·10 ⁻¹⁹	1,1·10 ⁻⁵	18,35
Ag ₃ AsO ₄	[Ag ⁺] ³ [AsO ₄ ³⁻]	1,0·10 ⁻¹⁹	7,8·10 ⁻⁶	19,00
CaF ₂	[Ca ⁺⁺][F ⁻] ²	3,95·10 ⁻¹¹	2,1·10 ⁻⁴	10,40
PbF ₂	[Pb ⁺⁺] ³ [F ⁻] ²	3,7·10 ⁻⁸	2,1·10 ⁻³	7,43

Käbir maddalaryň dissosiasıya konstantalary

Madda	Dissosiasıya konstantasy K	-lg K
1	2	3
Şawel kislotasy K ₁	5,6·10 ⁻²	1,23
K ₂	6,4·10 ⁻⁸	4,19
Süýt kislotasy	1,4·10 ⁻⁴	3,86
Ýag kislotasy	1,2·10 ⁻⁵	4,82
Çakyr kislotasy K ₁	0,91·10 ⁻³	2,98
K ₂	4,2·10 ⁻⁵	4,34
Üçloruksus kislotasy	2,0·10 ⁻¹	0,89
Benzoý kislotasy	6,3·10 ⁻⁵	4,52
Fenol	1,0·10 ⁻¹⁰	9,89
Salisil kislotasy K ₁	1,06·10 ⁻³	2,98
K ₂	3,6·10 ⁻¹⁴	13,44

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

İsjeňlilik 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

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		

20°C-da käbir maddalaryň ereýjiligiň köpeltmek hasyly EKH

Duz	EKH	Duz	EKH
AgCl	$1,78 \cdot 10^{-10}$	AgBr	$5,3 \cdot 10^{-13}$
AgI	$8,3 \cdot 10^{-17}$	Ag ₂ C ₂ O ₄	$1,1 \cdot 10^{-11}$
AgSCH	$1,1 \cdot 10^{-12}$	Ag ₂ CrO ₄	$1,1 \cdot 10^{-12}$
Ag ₃ PO ₄	$1,3 \cdot 10^{-20}$	Ag ₂ S	$6,3 \cdot 10^{-50}$
Ag ₂ SO ₄	$1,6 \cdot 10^{-5}$	Ag ₃ AsO ₄	$1,15 \cdot 10^{-19}$
Ag ₃ AsO ₃	$4,5 \cdot 10^{-19}$	BaCrO ₄	$1,2 \cdot 10^{-10}$
BaCO ₃	$5,1 \cdot 10^{-9}$	BaSO ₄	$1,1 \cdot 10^{-10}$
CaCO ₃	$4,8 \cdot 10^{-9}$	CaC ₂ O ₄	$2,3 \cdot 10^{-9}$
Ca(OH) ₂	$5,5 \cdot 10^{-6}$	CaF ₂	$4,0 \cdot 10^{-11}$
CdS	$7,9 \cdot 10^{-27}$	Cr(OH) ₃	$6,3 \cdot 10^{-31}$
CdI ₂	$1,1 \cdot 10^{-12}$	Fe(OH) ₃	$3,2 \cdot 10^{-38}$
Hg ₂ SO ₄	$6,3 \cdot 10^{-7}$	KClO ₄	$1,1 \cdot 10^{-2}$
K ₂ PtCl ₆	$1,4 \cdot 10^{-10}$	MgC ₂ O ₄	$8,6 \cdot 10^{-5}$
Mg(OH) ₂	$1,8 \cdot 10^{-11}$	MgNH ₄ PO ₄	$2,5 \cdot 10^{-13}$
PbI ₂	$1,1 \cdot 10^{-9}$	PbSO ₄	$1,6 \cdot 10^{-8}$
PbC ₂ O ₄	$3,2 \cdot 10^{-11}$	PbCO ₃	$1,0 \cdot 10^{-13}$
PbCrO ₄	$1,8 \cdot 10^{-14}$	PbS	$2,5 \cdot 10^{-27}$
SrSO ₄	$3,2 \cdot 10^{-7}$	SrC ₂ O ₄	$5,6 \cdot 10^{-8}$
SrCO ₃	$1,1 \cdot 10^{-10}$	Zn(OH) ₂	$7,1 \cdot 10^{-18}$
ZnS _α	$1,6 \cdot 10^{-24}$	ZnS _β	$2,5 \cdot 10^{-22}$

**Kadaly wodorod elektrodyna gatnaşyklykda kadaly
okislendirme-gaýtarma potentsiallar**
(potentsiallaryň ululygynyň artma tertibinde)

Reaksiýanyň deňlemesi	E ₀ woltda
1	2
$\text{Al}-3e \rightleftharpoons \text{Al}^{3+}$	-1,66
$\text{Zn}-2e \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}$	-0,76
$\text{AsO}_2^-+4\text{OH}^-2e \rightleftharpoons \text{AsO}_2^{3-}+2\text{H}_2\text{O}$	-0,71
$\text{S}^{2-}-2e \rightleftharpoons \text{S}_{\text{gaty}}$	-0,48
$\text{Fe}_{\text{gaty}}-2e \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	-0,44
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4-2e \rightleftharpoons 2\text{CO}_{2\text{gaty}}+2\text{H}^+$	-0,49
$\text{Cr}(\text{OH})_3+5\text{OH}^-3e \rightleftharpoons \text{CrO}_4^{2-}+4\text{H}_2\text{O}$	-0,13
$\text{H}_{2\text{gaz}}-2e \rightleftharpoons 2\text{H}^+$	0,00
$2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}-2e \rightleftharpoons \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$	+0,09
$\text{Sn}^{2+}-2e \rightleftharpoons \text{Sn}^{4+}$	+0,15
$\text{VO}+2\text{H}_2\text{O}-2e \rightleftharpoons \text{VO}_2^{2+}+4\text{H}^+$	+0,33
$\text{H}_2\text{O}-2e \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2+2\text{H}^+$	+1,77
$2\text{I}^-2e \rightleftharpoons \text{I}_{2\text{ergin}}$	+0,54
$\text{MnO}_2+4\text{OH}^-2e \rightleftharpoons \text{H}_2\text{AsO}_4^-+3\text{H}^+$	+0,56
$\text{H}_2\text{O}_2-2e \rightleftharpoons \text{H}_{2\text{gaz}}+2\text{H}^+$	+0,68
$\text{Fe}^{2+}-e \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}$	+0,77
$\text{HNO}_2+\text{H}_2\text{O}-2e \rightleftharpoons \text{NO}_3^-+3\text{H}^+$	+0,94
$\text{VO}^{2+}+\text{H}_2\text{O}-e \rightleftharpoons \text{VO}_2^++2\text{H}^+$	+1,00
$\text{I}^-+3\text{H}_2\text{O}-6e \rightleftharpoons \text{IO}_3^-+6\text{H}^+$	+1,08
$2\text{H}_2\text{O}-4e \rightleftharpoons \text{O}_{2\text{gaz}}+4\text{H}^+$	+1,23
$2\text{Cr}^{3+}+7\text{H}_2\text{O}-6e \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}+14\text{H}^+$	+1,33
$\text{Br}^-+3\text{H}_2\text{O}-6e \rightleftharpoons \text{BrO}_3^-+6\text{H}^+$	+1,45
$\text{Cl}^-+\text{H}_2\text{O}-2e \rightleftharpoons \text{HOCl}+\text{H}^+$	+1,50
$\text{Mn}^{2+}+4\text{H}_2\text{O}-2e \rightleftharpoons \text{MnO}_4^-+8\text{H}^+$	+1,51
$\text{Ce}^{3+}-e \rightleftharpoons \text{Ce}^{4+}$	+1,61
$\text{MnO}_{2\text{gaty}}+2\text{H}_2\text{O}-3e \rightleftharpoons \text{Mn}_4^-+4\text{H}^+$	+1,69

1	2
$\text{H}_2\text{O}-2\text{e} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2+2\text{H}^+$	+1,77
$2\text{SO}_4^{2-}-2\text{e} \rightleftharpoons \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	>+2,0
$2\text{F}^- -2\text{e} \rightleftharpoons \text{F}_2$	+2,87
Kadaly elektrod potensiallar	
$\text{Li}-\text{e} \rightleftharpoons \text{Li}^+$	+3,02
$\text{K}-\text{e} \rightleftharpoons \text{K}^+$	+2,92
$\text{Na}-\text{e} \rightleftharpoons \text{Na}^+$	+2,71
$\text{Mg}-2\text{e} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}$	+2,34
$\text{Zn}-2\text{e} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}$	+0,76
$\text{Fe}-2\text{e} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	+0,44
$\text{Cd}-2\text{e} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+}$	+0,40
$\text{Ni}-2\text{e} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+}$	+0,25
$\text{Sn}-2\text{e} \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}$	+0,14
$\text{Pb}-2\text{e} \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}$	+0,13
$\text{H}_2-2\text{e} \rightleftharpoons 2\text{H}^+$	+0,00
$\text{Cu}-2\text{e} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}$	+0,34
$\text{Ag}-\text{e} \rightleftharpoons \text{Ag}^+$	+0,80
$\text{Au}-3\text{e} \rightleftharpoons \text{Au}^{3+}$	+1,50
$\text{Cl}_2-2\text{e} \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$	+1,36

13-nji tablisa

**Käbir kompleks ionlaryň durnuksyzlyk
(dissosiasiyá) konstantalary**

Kompleks ionyň formulasy	Durnuksyzlyk konstantasy K	Konstantanyň san ululygy
1	2	3
$[\text{HgCl}_4]^-$	$K=[\text{Hg}^{++}][\text{Cl}^-]^4/[\text{HgCl}_4^-]$	$6 \cdot 10^{-17}$
$[\text{CuCl}_2]^-$	$K=[\text{Cu}^+][\text{Cl}^-]^2/[\text{CuCl}_2^-]$	$3 \cdot 10^{-6}$
$[\text{AuCl}_4]^-$	$K=[\text{Au}^{3+}][\text{Cl}^-]^4/[\text{AuCl}_4^-]$	$5 \cdot 10^{-22}$
$[\text{HgBr}_4]^-$	$K=[\text{Hg}^{++}][\text{Br}^-]^4/[\text{HgBr}_4^-]$	$2,2 \cdot 10^{-22}$
$[\text{HgCl}_4]^-$	$K=[\text{Hg}^{++}][\text{Cl}^-]^4/[\text{HgCl}_4^-]$	$6 \cdot 10^{-17}$

1	2	3
$[\text{HgI}_4]^-$	$K=[\text{Hg}^{++}][\text{I}^-]^4/[\text{HgI}_4^-]$	$5,3 \cdot 10^{-31}$
$[\text{CdI}_4]^-$	$K=[\text{Cd}^{++}][\text{I}^-]^4/[\text{CdI}_4^-]$	$5 \cdot 10^{-7}$
$[\text{AlF}_6]^{3-}$	$K=[\text{Al}^{3+}][\text{F}^-]^6/[\text{AlF}_6^{3-}]$	$2 \cdot 10^{-24}$
$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$	$K=[\text{Ag}^+][\text{CN}^-]^2/[\text{Ag}(\text{CN})_2^-]$	$1,0 \cdot 10^{-21}$
$[\text{Co}(\text{CN})_4]^-$	$K=[\text{Co}^{++}][\text{CN}^-]^4/[\text{Co}(\text{CN})_4^-]$	$8 \cdot 10^{-20}$
$[\text{Cd}(\text{CN})_4]^-$	$K=[\text{Cd}^{++}][\text{CN}^-]^4/[\text{Cd}(\text{CN})_4^-]$	$1,4 \cdot 10^{-17}$
$[\text{Cu}(\text{CN})_2]^{3-}$	$K=[\text{Cu}^+][\text{CN}^-]^4/[\text{Cu}(\text{CN})_4^{3-}]$	$5 \cdot 10^{-28}$
$[\text{Hg}(\text{CN})_4]^-$	$K=[\text{Hg}^{++}][\text{CN}^-]^4/[\text{Hg}(\text{CN})_4^-]$	$4 \cdot 10^{-41}$
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	$K=[\text{Fe}^{3+}][\text{CN}^-]^6/[\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}]$	$5 \cdot 10^{-44}$
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	$K=[\text{Fe}^{++}][\text{CN}^-]^6/[\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}]$	$5 \cdot 10^{-37}$
$[\text{Zn}(\text{CN})_4]^-$	$K=[\text{Zn}^{++}][\text{CN}^-]^4/[\text{Zn}(\text{CN})_4^-]$	$2 \cdot 10^{-17}$
$[\text{Ni}(\text{CN})_4]^-$	$K=[\text{Ni}^{++}][\text{CN}^-]^4/[\text{Ni}(\text{CN})_4^-]$	$3 \cdot 10^{-16}$
$[\text{Au}(\text{CNS})_4]^-$	$K=[\text{Au}^{3+}][\text{CNS}^-]^4/[\text{Au}(\text{CNS})_4^-]$	$3 \cdot 10^{-38}$
$[\text{Hg}(\text{CNS})_4]^-$	$K=[\text{Hg}^{++}][\text{CNS}^-]^4/[\text{Hg}(\text{CNS})_4^-]$	$1 \cdot 10^{-22}$
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	$K=[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2/[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]$	$6,8 \cdot 10^{-8}$
$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{++}$	$K=[\text{Cd}^{++}][\text{NH}_3]^4/[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{++}]$	$1,0 \cdot 10^{-7}$
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{++}$	$K=[\text{Co}^{++}][\text{NH}_3]^6/[\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{++}]$	$1,25 \cdot 10^{-5}$
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$	$K=[\text{Co}^{3+}][\text{NH}_3]^6/[\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}]$	$6 \cdot 10^{-36}$
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{++}$	$K=[\text{Cu}^{++}][\text{NH}_3]^4/[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{++}]$	$2 \cdot 10^{-17}$
$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{++}$	$K=[\text{Ni}^{++}][\text{NH}_3]^4/[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4^{++}]$	$4,8 \cdot 10^{-8}$
$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{++}$	$K=[\text{Zn}^{++}][\text{NH}_3]^4/[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{++}]$	$2,6 \cdot 10^{-10}$
$[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)]^+$	$K=[\text{Ag}^+][\text{S}_2\text{O}_3^-]/[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)^+]$	$1,0 \cdot 10^{-13}$
$[\text{Cd}(\text{S}_2\text{O}_3)_4]^{6+}$	$K=[\text{Cd}^{++}][\text{S}_2\text{O}_3^-]^4/[\text{Cd}(\text{S}_2\text{O}_3)_4^{6+}]$	$4,0 \cdot 10^{-8}$
$[\text{Zn}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{4-}$	$K=[\text{Zn}^{++}][\text{C}_2\text{O}_4^{--}]^3/[\text{Zn}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{4-}]$	$1 \cdot 10^{-9}$
$[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{4-}$	$K=[\text{Fe}^{++}][\text{C}_2\text{O}_4^{--}]^3/[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{4-}]$	$5 \cdot 10^{-10}$
$[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^-$	$K=[\text{Ag}^+][\text{NO}_2^-]^2/[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2^-]$	$1,5 \cdot 10^{-3}$

Kislota erginleriniň dykzlygy we % düzümi

20°C-da dykzlyk, g/sm ³	Agram %-leri			20°C-da dykzlyk, g/sm ³	Agram %-leri		
	HCl	HNO ₃	H ₂ SO ₄		HCl	HNO ₃	H ₂ SO 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	

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°C-da KOH we NaOH erginleriniň
dykzlygy we % düzümi**

Dykzlyk g/sm ³	KOH	NaOH%	Dykzlyk 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

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

**20°C-da ammiagyň erginleriniň dykzlygy
we % düzümi**

Dykzlyk g/sm ³	NH ₃ %	Dykzlyk g/sm ³	NH ₃ %	Dykzlyk 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

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

Gazlaryň dykzlygy

Madda	Formula	Molekulýar agramy	Howa boýunça dykzlygy	0°C-da, 760 mm. sm.st-de 1 litriň agramy	1 g-molunyň göwrümi
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 ₂ H ₂	26,02	0,8988	0,1791	22,219
Brom	Br ₂	159,83	5,5249	7,1426	22,377
Suw (bug)	H ₂ O	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 ₂ O	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

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 anhidrid	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, °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-nji tablisa

**20°C-da sygymy 1 litre deň bolan gapdaky
suwuň agramyny kesgitlemek üçin düzedişler**

Suwuň agramy = (1000-)Δg

t, °C	Δg	t, °C	Δg	t, °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	Mysýak	74,9216
At	85	Astat	[210]
Au	79	Altyn	196,967
B	5	Bor	10,81
Ba	56	Bariý	137,34
Be	4	Berilliy	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	Erbiiý	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

V Bap
ATTESTASIÝA ÜÇIN TESTLER

**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 çökdüriji-

dir:

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. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \rightarrow \downarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$ reaksiýasy bolup bilermi:

- a) biler;
- b) bilmez;
- ç) näbelli.

10. $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ kimiň reaktiwi atlandyrylýar:

- a) Gugaýewiň;
- b) Nessleriň;
- ç) Hernstiň.

11. $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ maddasynyň ady şularyň haýsysy:

- a) natriý oksalaty;
- b) natriý gidrotartraty;
- ç) natriý gidrotetrakarbonaty.

12. BaCrO_4 çökündisiniň reňki nähili:

- a) ak;
- b) gyzyl;
- ç) sary.

13. $\text{Al}(\text{OH})_3$ çökündisi 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) üýtgemeyär.

16. NH_4NO_3 duzy gidrolizleşende haýsy sreda bolýar:

- a) turşy;
- b) aşgar;
- ç) üýtgemeyär.

17. NH_4Cl gidrolizleşende pH haýsy baha eýe bolýar:

- a) $\text{pH}=7$;
- b) $\text{pH}>7$;
- ç) $\text{pH}<7$.

18. Gidroliz derejesiniň haýsy formulasy dogry:

- a) $\alpha = \frac{C_{\text{umumy}}}{C_{\text{gidr}}}$;

$$b) \alpha = \frac{C_{\text{gidr}}}{C_{\text{umumy}}};$$

$$\zeta) \alpha = C_{\text{umumy}} \cdot C_{\text{gidr}}.$$

Bu ýerde C-konsentrasiýa

19. Na_2CO_3 gidrolizleşende pH haýsy baha eýe bolýar:

a) $\text{pH}=7$;

b) $\text{pH}>7$;

ç) $\text{pH}<7$.

20. Ereýjiligiň köpeltmek hasyly (EKH) AgCl üçin haýsy ýazylyşy dogry:

a) $\text{EKH}_{\text{AgCl}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$;

b) $\text{EKH}_{\text{AgCl}} = [\text{Ag}^+]:[\text{Cl}^-]$;

ç) $\text{EKH}_{\text{AgCl}} = [\text{Ag}^+] - [\text{Cl}^-]$.

21. Şu maddalaryň haýsysynyň ereýjiligi iň pesi:

a) $\text{EKH}_{\text{AgCl}} = 10^{-10}$;

b) $\text{EKH}_{\text{CaSO}_4} = 10^{-5}$;

ç) $\text{EKH}_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} = 10^{-29}$.

22. Şu maddalaryň haýsysynyň ereýjiligi iň gowy:

a) $\text{EKH}_{\text{CaS}_2} = 10^{-11}$;

b) $\text{EKH}_{\text{CrSO}_4} = 10^{-7}$;

ç) $\text{EKH}_{\text{AgI}} = 10^{-17}$.

23. MgCl_2 duzunyň EKH-sy:

a) bolup biler;

b) bolup bilmez;

ç) bolýmagy mümkin.

24. Ereýjiligiň formulasynyň şu ýazylyşy $P_{\text{KtaAnb}} =$

$$= a \cdot b \sqrt{\frac{\text{EKH}_{\text{KtaAnb}}}{a^a \cdot b^b}}$$

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 haýsýsý 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 haýsýsýna degişli:

a) $E=0$;

b) $E>0$;

ç) $E<0$.

30. E-niň haýsýsýnda 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 haýsasy 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 haýsasy 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 haýsasy 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 haýsasy 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 haýsasy formulasy dogry:

a) $T = \frac{N \cdot E}{1000};$

b) $T = \frac{1000}{N \cdot E};$

$$\text{ç) } T = \frac{N \cdot 1000}{E}.$$

Bu ýerde N-ergininiň normallygy, E-onuň ekwiwalenti.

39. Erginiň dykyzlygynyň haýsy formulasy dogry:

$$\text{a) } d = \frac{M}{V};$$

$$\text{b) } d = \frac{V}{M};$$

$$\text{ç) } d = MV.$$

40. Fenolftaleýiniň reňki aşgar sredada nähili bolýar:

a) reňksiz;

b) gyzyly;

ç) gök.

41. Indikatoryň reňki haýsy ýagdaýda üýtgemeli:

a) titrlemäniň başynda;

b) titrlemäniň ahyrynda;

ç) ekwiwalent nokadynda.

42. Suwuň karbonatly (wagtlayyn) talhlygyny haýsy madda bilen titrläp

kesgitläp bolýar:

a) kislota;

b) aşgar;

ç) tapawudy ýok.

43. Erginleriň konsentrasiýasynyň düzediş koeffisiýenti (K) haýsy

formula boýunça tapylýar:

$$\text{a) } K = \frac{N_{\text{prak}}}{N_{\text{teor}}};$$

$$\text{b) } K = \frac{N_{\text{teor}}}{N_{\text{prakt}}};$$

$$\text{ç) } K = N_{\text{teor}} \cdot N_{\text{prakt}}.$$

44. Erginleriň göwrüminiň ulalmagy konsentrasiýany:

a) köpeldýär;

b) peseldýär;

ç) tapawudy ýok.

45. Neýtrallaşdyрма usulynda haýsy maddalaryň arasyndaky reaksiýa-

lar 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. Titrlmäge alynýan aşakdaky göwürümleriň haýsynda ýalňyşlyk az bolar:

- a) 1 ml;
- b) 5 ml;
- ç) 20 ml.

48. Titrlmäge alynýan göwürümi 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 $\text{MnO}_4^- + 5\text{e} + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ 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) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$;
- 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) $2\text{I}^- - 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}$;
- b) $\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-$;
- ç) $\text{I}_2 \rightarrow 2\text{I}$.

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 haý-sysy 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 titlemek usuly ulanylýarmy:

- a) ulanylýar;
- b) ulanylmaýar;
- ç) näbelli.

70. Ýodometriýada indikatorynyň krahmal reňki haýsy reňki berýär:

- a) gyzyly;
- b) sary;
- ç) gök.

71. Ýodometriýada yzyna titlemek usulyny ulanmak üçin I_2 erginini nä-hili guýmaly:

- a) gerekinden az;

b) gereginden artyk;

ç) tapawudy ýok.

72. Kompleksometriýa usulynda şularyň haýsý ulanylýar:

a) tiosulfat;

b) trilon B;

ç) krahmal.

73. Şu ionlaryň haýsýsýnyň analizinde kompleksometriýa usuly ulanylýar:

a) Ca^{2+} ;

b) Na^+ ;

ç) Li^+ .

74. Kompleksonometriýada şu indikatorlaryň haýsýsý ulanylýar:

a) fenolftaleýin;

b) lakmus;

ç) mureksid.

75. Kompleksonometriýada şu indikatorlaryň haýsýsý 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 reaktiwiniň ekwiwalentiniň haýsýsý tapylyşy dogry:

a) $\frac{Mm}{1}$;

b) $\frac{Mm}{2}$;

c) $\frac{Mm}{3}$.

Bu ýerde Mm-molekulýar massa.

78. Suwuň talhlygyny kesgitlemekde haýsý titrleýji madda ulanylýar:

a) ýod;

b) tiosulfat;

ç) Trilon B.

79. Suwuň talhlygyny şularyň haýsýsý döredýär:

a) Na^+ ;

b) Mg^{2+} ;

ç) Fe^{2+} .

80. Kompleksonometriya usulyna erginiň pH-nyň täsiri barmy:

a) bar;

b) ýok;

ç) tapawudy ýok.

81. Kompleksonometriya 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 çökündini şularyň haýsysynda ýokary temperaturada köýdürmeli:

a) guradyjy şkafta;

b) eksikatora;

ç) mufel pejinde.

90. BaSO₄ çökündisi kislotada ereýärmi:

- a) ereýär;
- b) eremeýär;
- ç) näbelli.

91. Suwuň gury galyndysyny haýsy temperaturada guratmak arkaly kesgitleýärler:

- a) 110⁰C;
- b) 500⁰C;
- ç) 800⁰C.

92. Atom-absorbsiýa usuly şularyň haýsysyna degişli:

- a) hromatografiýa;
- b) spektral;
- ç) elektrohimiýa.

93. Şu elementleriň haýsysyny ýalynly fotometriýa bilen kesgitlep 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 kesgitlep bolýarmy:

- a) bolýar;
- b) bolmaýar;
- ç) näbelli.

96. Natriý elementini hromatografiýa usuly bilen kesgitlep bolýarmy:

- a) bolýar;
- b) bolmaýar;
- ç) tapawudy ýok.

97. Tebigi gazyň düzümini haýsy usul bilen kesgitlep 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	4698	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

Logarifmler											Proporsional bölekler								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	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	2355	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 ýyly çenli döwür üçin Baş ugry Milli maksatnamasy», 2003.
4. *H.Ýowjanow*. Inžener himiýasy. Aşgabat, «Ýlym», 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 düşüňjeler	9
2. Himiki deňagramlyk. Himiki reaksiýalaryň tipleri	14
3. Suw erginlerindäki deňagramlyk. Gomogen sistemalaryň wodorod görkezijisi (pH)	20
4. Bufer erginlerindäki deňagramlyk	26
5. Duzlaryň gidrolizi	31
6. Ergin we çöküňdi arasyndaky deňagramlyk. Ereyjiligiň 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 konsentrasıýaly 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. Elektrohimiiki usullar	98
22. Analiziň spektral usullary	106
23. Atom-absorbsiýa usuly	109
24. Analiziň hromatografiýa usullary	111

II bap. Mukdar analizinden çözümlü 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 hasaplanýşy	164
10. Sanlary logarifmirlemegiň usulyýeti	165

III bap. Analitiki himiýadan laboratoriya işleriniň usulyýetleri

Laboratoriya işlerini ýerine ýetirmekligiň düzgünleri we enjamlary	171
1-nji laboratoriya işi. Hil analizi.	173
2-nji laboratoriya işi. Anionlaryň hil analizi.	175
3-nji laboratoriya işi. Kationlaryň hil analizi.	178
Kationlaryň I analitiki topary	179
Kationlaryň II analitiki topary	184
Kationlaryň III analitiki topary	190
4-nji laboratoriya işi. Mukdar analizi	198
5-nji laboratoriya işi. Neýtrallaşdyrmak (kislota-esas) usuly.	200
6-njy laboratoriya işi. Permanganometriya usuly.	206
7-nji laboratoriya işi. Iodometriya usuly.	210
8-nji laboratoriya işi. Kompleksonometriya usuly.	215
9-njy laboratoriya işi. Hlor-ionynyň konsentrasiýasyny kesgitlemegiň argentometriki usuly.	218
10-njy laboratoriya işi. Gury galyndyny kesgitlemek usuly.	219
11-nji laboratoriya işi. Sulfat-ionyny (SO_4^{2-}) kesgitlemek	221

IV bap. Goşundylar (maglumatnamalar)

V bap. Attestasiya üçin testler

Peýdalanylýan edebiýatlar	269
-------------------------------------	-----

ANALITIKI HIMIÝA

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw gollanmasy

Redaktor	<i>A. Aşyrowa</i>
Surat redaktory	<i>G. Orazmyradow</i>
Teh. redaktory	<i>T. Aslanowa</i>
Suratçy	<i>Ý. Peskowa</i>
Neşir üçin jogapkär	<i>R. Nurow</i>

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 çapanasy
746100. Türkmenabat ş. Bitarap Türkmenistan köç., 105.